

不同钾肥品种和用量对大蒜产量、品质和养分吸收利用的影响

黄玉芳¹, 王桂良¹, 叶优良¹, 王立和²

(1. 河南农业大学 资源与环境学院, 河南 郑州 450002 2. 河南农业职业学院, 河南 中牟 451450)

摘要:以河南中牟为供试地点, 对不同钾肥品种和罗布泊钾肥不同用量在大蒜上的应用效果进行了研究, 以了解钾肥在大蒜上的应用效果。结果表明: 不同钾肥处理都可以增加大蒜薹、蒜头鲜重, 蒜头瓣数、蒜头直径、茎周长, 可以促进大蒜对氮素的吸收, 提高 Vc、蛋白质含量, 但不同钾肥种类和用量表现不同。利用回归方程求得罗布泊 K₂SO₄ 的最佳经济效益施用量为 253.5 kg/hm² 时, 最大产值为 33 495.5 元/hm²。

关键词:钾肥; 大蒜; 产量; Vc; 蛋白质; 经济效益

中图分类号: S 633.406⁺.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)04-0008-04

钾素是大蒜生长必需的营养元素, 张琳等的研究也表明^[1-4], 施用钾肥可以促进大蒜的生长发育, 提高蒜薹和蒜头产量。但是, 由于我国钾肥资源短缺, 生产中没有施用钾肥的习惯, 一定程度上阻碍了钾肥的推广和应用。近年来关于钾肥对大蒜的作用效果有所报道, 但大多只局限于 KCl 和 K₂SO₄ 类型之间和大蒜产量与品质的研究^[1-9]。针对目前市场上常见的 4 个钾肥品种, 对不同钾肥品种在大蒜的产量、品质、农艺性状和经济效益

等多方面作用效果作以比较, 探索罗布泊 K₂SO₄ 在大蒜上的施用效果和适宜用量, 以促进钾肥在生产中的应用, 充分发挥钾肥的增产作用。

1 材料与方法

1.1 试验地点

试验地点设在河南省郑州市中牟区大孟镇岗头桥村。供试土壤为潮土, 基本理化性质见表 1。

表 1 供试土壤基本理化性状

Table 1 Properties of the experimental soils

全氮 Total N	有机质 O.M	碱解氮 Avai. N	速效磷 Avai P	速效钾 Avai. K	有效锌 Avai Zn	有效铁 Avai Fe	有效锰 Avai Mn	有效铜 Avai Cu	pH
/g · kg ⁻¹	/g · kg ⁻¹	/mg · kg ⁻¹							
1.13	16.59	107.0	66.1	150.5	2.2	7.6	18.9	1.1	8.1

1.2 试验设计

试验设 7 个处理(见表 2), 重复 3 次, 随机排列, 小区面积为 30 m², 共 21 个小区。全部的磷、钾肥和 1/2 的氮肥在大蒜播种前一次性施用, 1/2 的氮肥在返青期追施。氮肥用尿素(含氮 46%), 磷肥用磷酸二铵(含 P₂O₅ 46%、纯 N 为 18%), 不施农家肥。

1.3 种植和管理

大蒜供试品种为白皮蒜, 2007 年 9 月 25 日播种, 播

种前先划小区, 小区间筑 60 cm 埂, 周围要留 3 m 的保护行, 小区间要留过道和水渠。小区划好后, 均匀撒施磷、钾肥和尿素, 人工深翻入土。10 月 7 日出苗, 2008 年 4 月 21 日开始抽薹, 2008 年 5 月 25 日收获。

表 2 试验设计

Table 2 Design on experiment

处理编号 Treatment	钾肥用量 Potassium /kg · hm ⁻²	钾肥种类 K of different sources	氮肥用量 Nitrogen /kg · hm ⁻²	磷肥用量 Phosphorus /kg · hm ⁻²
1	0	0	450	150
2	300	俄罗斯产 KCl	450	150
3	300	罗布泊产 K ₂ SO ₄	450	150
4	300	开封产 K ₂ SO ₄	450	150
5	300	俄罗斯产 K ₂ SO ₄	450	150
6	150	罗布泊产 K ₂ SO ₄	450	150
7	450	罗布泊产 K ₂ SO ₄	450	150

1.4 取样和收获

在 2008 年 5 月 1 日和 7 日分别称取每次的蒜薹鲜

第一作者简介: 黄玉芳(1972-), 女, 助理实验师, 研究方向为植物营养与施肥。E-mail: yufanghuang@163.com.

通讯作者: 叶优良(1968-), 男, 博士, 副教授, 研究方向为养分资源管理。E-mail: ylye2004@163.com.

基金项目: 农业部公益性行业(农业)科研专项资助项目(2008 03030); 农业部 948 重大资助项目(2006-G60)。

收稿日期: 2009-01-02

重。在大蒜收获时在取样区随机取 20 株考种, 用于测定生物量、蒜头瓣数、蒜头直径、蒜头周长和分析植株氮、钾含量、Vc、蛋白质含量, 每小区实际收获 20 m², 计蒜头鲜重。

1.5 样品分析测定

土壤全氮用开氏蒸馏法, 有机质用重铬酸钾容量法, 碱解氮用 Conway 法, 速效磷用 Olsen 法, 速效钾用乙酸铵浸提, 火焰光度计测定, pH 值用蒸馏水提取, 酸度计法。有效铜、锌、铁、锰用 DTPA 浸提, 原子吸收测定。

植株全氮、全钾用 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮, 全氮用开氏蒸馏法测定, 全钾用火焰光度计测定。

维生素 C 含量采用 2, 6-二氯酚酚滴定法, 蛋白质含量测定采用微量凯氏定氮法^[11-12]。

1.6 数据处理与分析

钾肥当季利用率(%)=100×(施钾处理小麦吸钾量-不施钾处理小麦吸钾量)/施钾量, 尿素价格为 200 元/100 kg, 俄罗斯产 KCl 为 220 元/100kg, 罗布泊产

K₂SO₄ 为 260 元/100kg, 开封产 K₂SO₄ 为 260 元/100kg, 俄罗斯 K₂SO₄ 为 270 元/100kg, 磷酸二铵为 300 元/100kg, 蒜薹为 2.5 元/kg, 蒜头为 1.0 元/kg。用 SAS 进行统计分析, 5% 显著水平。

2 结果与分析

2.1 对蒜薹产量的影响

对不同处理的蒜薹鲜重测定表明(见图 1), 蒜薹鲜重以不施钾最低, 只有 2 021.8 kg/hm², 以 300 kg/hm² 俄罗斯 KCl、300 kg/hm² 俄罗斯 K₂SO₄、150 kg/hm² 罗布泊 K₂SO₄ 处理较高, 分别达 2 510.6、2 485.0、2 500.0 kg/hm², 施用钾肥比不施钾肥增产 5.2%~24.2%。钾肥用量都为 300 kg/hm² 时, 罗布泊钾肥处理蒜薹鲜重略低于其它钾肥, 但差异不显著。在罗布泊 K₂SO₄ 用量为 150 kg/hm² 时, 罗布泊钾肥处理的蒜薹鲜重与 300 kg/hm² 俄罗斯 KCl、300 kg/hm² 俄罗斯 K₂SO₄ 接近, 高于其它处理。

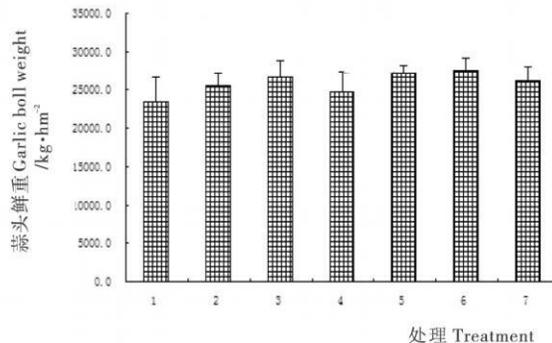
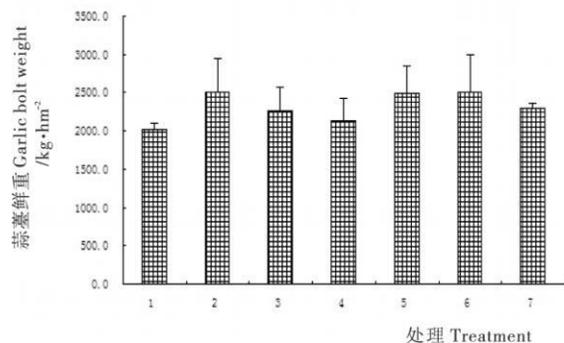


图 1 施用钾肥对蒜薹鲜重和蒜头鲜重的影响

Fig.1 Effects of K application on the garlic bolt and the garlic ball yield

对罗布泊钾肥施用量和蒜薹鲜重进行拟合表明, 二者符合一元二次方程, 可以用函数 $y = -0.0049x^2 + 2.5837x + 2071.9$ ($R^2 = 0.5645$) 表示, 通过函数求得蒜薹最高产量为 2 414.4 kg/hm², 此时钾肥用量为 264.8 kg/hm²。

2.2 对蒜头鲜重的影响

由图 1 可见, 蒜头鲜重还是以不施钾肥最低, 只有 23 373.3 kg/hm², 以 150 kg/hm² 罗布泊 K₂SO₄ 处理最高, 达到 27 520.4 kg/hm², 显著高于不施钾处理和 300 kg/hm² 开封 K₂SO₄, 但与其它处理间差异不显著, 施用钾肥比不施钾肥蒜头鲜重增加 6.10%~17.74%。钾肥用量都为 300 kg/hm² 时, 罗布泊钾肥处理蒜头鲜重要低于俄罗斯 K₂SO₄, 但高于俄罗斯 KCl 和开封 K₂SO₄, 但在用量为 150 kg/hm² 时, 罗布泊 K₂SO₄ 处理的蒜薹鲜重要高于其它处理。用罗布泊钾肥与蒜头鲜重进行拟合表明, 二者符合一元二次方程 ($y = -0.0509x^2 + 27.965x + 23648$) ($R^2 = 0.8432$), 通过函数求得蒜头最高产

量为 27 484.5 kg/hm², 此时钾肥用量为 264.8 kg/hm²。

表 3 施用钾肥对大蒜株高、蒜头直径、茎周长和单个蒜头重的影响

Table 3 Effects of K application on the high and girth of stem, aliber and weight of garlic clove

编号	株高	蒜头瓣数	蒜头直径	茎周长	单个蒜头重
Number	High/cm	Number of dove	Aliber/cm	Girth/cm	Weight of one garlic/g
1	99.2a	13.6b	5.3c	4.5c	56.1b
2	104.6a	14.1ab	5.4bc	4.6c	61.5ab
3	99.9a	13.8ab	5.4bc	4.5c	63.9ab
4	99.2a	14.0ab	5.2c	4.5c	59.5ab
5	99.6a	14.3a	5.9a	5.2a	65.4a
6	101.3a	14.2ab	5.7ab	5.0ab	66.0a
7	103.3a	13.9ab	5.5bc	4.8bc	62.9ab

2.3 对农艺性状的影响

从表 3 可见, 各处理之间株高无显著性差异, 以不施钾和 300 kg/hm² 开封 K₂SO₄ 处理最低, 略低于其它处理, 但差别很小。施用钾肥后, 所有处理蒜头瓣数也都高于不施钾处理, 以 300 kg/hm² 俄罗斯 K₂SO₄、150

kg/hm² 罗布泊 K₂SO₄ 较多。300 kg/hm² 开封 K₂SO₄ 的蒜头直径小于不施钾处理, 而其余处理的蒜头直径也都大于不施钾处理, 以 300 kg/hm² 俄罗斯 K₂SO₄、150 kg/hm² 罗布泊 K₂SO₄ 较高。施用钾肥后, 所有处理的

茎周长也都高于不施钾肥, 以 150 kg/hm² 罗布泊 K₂SO₄、300 kg/hm² 俄罗斯 K₂SO₄ 最明显。施用钾肥后单个蒜头鲜重显著高于不施钾处理, 以 150 kg/hm² 罗布泊 K₂SO₄、300 kg/hm² 俄罗斯 K₂SO₄ 较高。

表 4 施用钾肥对大蒜钾素吸收的影响

Table 4 Effects of K application on the garlic potassium absorption

编号 Number	全钾 Total K/g · kg ⁻¹			吸钾量 Amount of K absorption/kg · hm ⁻²			总和 Total
	茎叶 Stem and leaf	蒜薹 Garlic bolt	蒜头 Garlic ball	茎叶 Stem and leaf	蒜薹 Garlic bolt	蒜头 Garlic ball	
1	13.62e	10.49b	8.00b	77.67b	17.41b	16.76c	111.85c
2	18.19ab	12.49ab	9.83a	151.49a	31.12a	30.43a	213.04ab
3	16.87bc	13.18ab	9.42ab	156.17a	30.83a	30.35a	217.35ab
4	14.56de	12.77ab	8.33ab	160.91a	29.97a	25.11ab	216.00ab
5	16.00cd	14.88a	9.28ab	157.55a	36.60a	30.63a	224.79a
6	19.17a	12.11ab	9.75a	129.01a	26.85a	21.90bc	177.76b
3	16.87bc	13.18ab	9.42ab	156.17a	30.83a	30.35a	217.35ab
7	16.29bcd	12.43ab	9.17ab	169.67a	28.16a	30.70a	228.54a

2.4 对钾素吸收的影响

由表 4 可见, 施钾明显提高大蒜茎叶、蒜薹和蒜头对钾素的吸收。施钾处理比不施钾茎叶含钾量提高 6.9%~40.7%, 以 300 kg/hm² 俄罗斯 KCl 和 150 kg/hm² 罗布泊 K₂SO₄ 含钾量较高, 分别为 19.69、19.17 g/kg。与不施钾相比, 施钾处理蒜薹含钾量提高 15.4%~41.8%, 以 300 kg/hm² 俄罗斯 K₂SO₄ 含钾量最高; 施钾比不施钾处理蒜头含钾量提高 4.1%~22.9%, 以 300 kg/hm² 俄罗斯 KCl、150 kg/hm² 罗布泊 K₂SO₄ 含钾量

较高, 分别为 9.83、9.75 g/kg; 当罗布泊钾肥用量为 300 kg/hm² 时, 蒜头含钾量最高, 施钾量增加到 450 kg/hm² 时, 则呈现下降趋势。不施钾处理的茎叶、蒜薹和蒜头吸钾量也显著低于其他处理, 茎叶吸钾量最高是 450 kg/hm² 罗布泊 K₂SO₄; 蒜薹吸钾量最高是 300 kg/hm² 俄罗斯 K₂SO₄; 蒜头吸钾量最高是 450 kg/hm² 罗布泊 K₂SO₄; 吸钾总量最高的是 450 kg/hm² 罗布泊 K₂SO₄, 但在钾肥用量都为 300 kg/hm² 时, 不同钾肥品种处理间茎叶、蒜薹、蒜头及吸钾总量没有显著差异。

表 5 施用钾肥对大蒜氮素吸收的影响

Table 5 Effects of K application on the garlic Nitrogen absorption

编号 Number	全氮 Total N/g · kg ⁻¹			吸氮量 Amount of N absorption/kg · hm ⁻²			总和 Total
	茎叶 Stem and leaf	蒜薹 Garlic bolt	蒜头 Garlic ball	茎叶 Stem and leaf	蒜薹 Garlic bolt	蒜头 Garlic ball	
1	20.17b	16.65a	23.00a	115.43d	27.57b	48.41c	191.41d
2	22.50ab	19.24a	24.20a	188.55bc	47.89a	75.00ab	311.45b
3	22.25b	20.25a	23.13a	205.88b	47.61a	74.54ab	328.03b
4	20.94b	17.00a	23.40a	231.52ab	39.96ab	70.25b	341.73ab
5	21.03b	17.01a	23.30a	207.16b	41.83ab	76.87ab	325.85b
6	21.98b	20.94a	23.90a	147.87cd	46.55a	53.51c	247.93c
3	22.25b	20.25a	23.13a	205.88b	47.61a	74.54ab	328.03b
7	24.72a	23.05a	25.50a	257.37a	52.30a	85.52a	395.19a

2.5 对氮素吸收的影响

由表 5 可见, 施钾可以提高大蒜对氮素的吸收。茎叶全氮含量最高的是 450 kg/hm² 罗布泊 K₂SO₄ 处理, 比不施钾处理增加了 22.3%; 蒜薹全氮含量最高的是 450 kg/hm² 罗布泊 K₂SO₄, 比不施钾处理增加了 38.4%; 蒜头全氮含量最高的是 450 kg/hm² 罗布泊 K₂SO₄ 处理, 比不施钾处理增加了 10.9%。施钾处理的吸氮量也显著高于不施钾处理。茎叶吸氮量最大的是 450 kg/hm² 罗布泊 K₂SO₄, 蒜薹吸氮量最大的是 450 kg/hm² 罗布泊 K₂SO₄, 蒜头吸氮量最大的是 450 kg/hm² 罗布泊 K₂SO₄, 分别比不施钾增加 123.0%、89.7%、76.7%。

质含量高, 但不同钾肥处理之间蛋白质含量差异不显著。当施钾量为 300 kg/hm² 时, 以俄罗斯 KCl 处理蛋白质含量最高, 为 6.57%, 开封 K₂SO₄ 处理最低, 为 6.42%, 但不同钾肥种类之间无显著差异, 蒜头蛋白质含量随着罗布泊施钾量的增加而增加。

2.7 对 Vc 含量的影响

由表 6 可见, 施钾可以显著提高蒜头 Vc 含量。与不施钾相比, 施钾处理 Vc 含量增加 20.2%~55.8%。当施钾肥量为 300 kg/hm² 时, 罗布泊 K₂SO₄ 处理蒜头 Vc 含量最高, 为 72.20 mg/kg, 开封 K₂SO₄ 处理最低, 为 68.67 mg/kg。但当施钾量增加到 450 kg/hm² 时, Vc 含量降低到 70.90 mg/kg。

2.6 对蛋白质含量的影响

从表 6 可见, 虽然施钾处理都比不施钾的处理蛋白

表 6 施用钾肥对蒜头蛋白质、Vc 含量和钾肥利用率的影响

Table 6 Effects of K application on total protein, Vc and K utilization efficiency

编号 Number	蛋白质含量/% Total protein	Vc 含量 /mg · kg ⁻¹	钾肥利用效率 K utilization efficiency/%
1	6.35a	46.33c	
2	6.57a	70.20a	33.73ab
3	6.44a	72.20a	35.17ab
4	6.42a	68.67a	34.72ab
5	6.52a	70.73a	37.65ab
6	6.38a	55.67b	43.94a
3	6.44a	72.20a	35.17ab
7	6.83a	70.90a	25.93b

2.8 对钾肥当季利用率的影响

对钾肥当季利用效率计算表明(表 6), 钾肥当季利用率以 150 kg/hm² 罗布泊 K₂SO₄ 处理最高, 为 43.94%, 450 kg/hm² 罗布泊 K₂SO₄ 处理最低, 为 25.93%, 随着施钾量的增加, 钾肥利用效率降低。在施钾量都为 300 kg/hm² 时, 不同钾肥处理之间没有显著差异。

2.9 对经济效益的影响

表 7 施用钾肥对大蒜经济效益的影响

Table 7 Effects of K application on economic benefit of garlic

编号 Number	产值 Value of output/元 · hm ⁻²			成本 The cost /元 · hm ⁻²	利润 Profit /元 · hm ⁻²	产投比 Output value/cost
	蒜薹 Garlic bolt	蒜头 Garlic ball	合计 Total			
1	5 054.5b	23 373.3b	28 427.8b	2 679.6	25 748.2c	—
2	6 276.4a	25 632.4ab	31 908.8ab	3 779.6	28 129.2abc	8.4b
3	5 643.4ab	26 628.4ab	32 271.8a	4 209.0	28 062.8abc	7.7bc
4	5 319.5ab	24 799.6ab	30 119.0ab	4 239.6	25 879.5c	7.1cd
5	6 212.5ab	27 266.9a	33 479.4a	4 237.3	29 242.2ab	7.9bc
6	6 250.0a	27 520.4a	33 770.4a	3 444.3	30 326.1a	9.8a
3	5 643.4ab	26 628.4ab	32 271.8a	4 209.0	28 062.8abc	7.7bc
7	5 740.7ab	26 190.5ab	31 931.2ab	4 973.7	26 957.5bc	6.4d

由表 7 可见, 不同钾肥处理经济效益差异显著。与不施钾处理相比, 施钾处理产值增加 5.9%~18.8%。8 个处理中, 以 150 kg/hm² 罗布泊 K₂SO₄ 处理产值最大,

为 33 770.4 元/hm², 300 kg/hm² 开封 K₂SO₄ 处理最小为 24 799.6 元/hm²; 利润最低的是 300 kg/hm² 开封 K₂SO₄ 处理, 为 25 879.5 元/hm², 比不施钾处理仅增加 0.51%, 利润最大的是 150 kg/hm² 罗布泊 K₂SO₄ 处理为 30 326.1 元/hm², 比不施钾处理高 17.78%; 产投比以 150 kg/hm² 罗布泊 K₂SO₄ 处理最高, 300 kg/hm² 开封 K₂SO₄ 处理最低。利用回归方程求得罗布泊 K₂SO₄ 的最佳施用量为 253.5 kg/hm² 时, 最大产值为 33 495.5 元/hm²。

参考文献

- [1] 张琳. 氮钾配施对大蒜增产效应的研究[J]. 土壤通报, 2003, 34(6): 539-542.
- [2] 樊治成. 大蒜不同品种干物质生产与氮、磷、钾和硫的吸收特性[J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(2): 248-253.
- [3] 李录久. 大蒜高产优质高效的氮磷钾配合施用技术研究[J]. 中国农学通报, 2004, 20(6): 172-181.
- [4] 李录久, 郭熙盛, 张青松, 等. 钾氮配施对大蒜生长和养分吸收的影响[J]. 土壤通报, 2007, 38(3): 500-503.
- [5] 邵吉安, 倪鸿, 蔡宏, 等. 大蒜的营养特点和吸肥规律研究[J]. 上海农业科技, 1999(5): 60-62.
- [6] 王桂兰. 乐都独头紫皮大蒜丰产栽培技术[J]. 北方园艺, 2007(4): 98-98.
- [7] 张文君. 氮素对大蒜生长及养分吸收的影响[J]. 中国蔬菜, 2006(12): 20-23.
- [8] 丁国华, 马桂琴. 阿城紫皮大蒜优质高产栽培技术[J]. 北方园艺, 2000(5): 13-14.
- [9] 陈典, 陈青奇, 徐启江. 脱毒大蒜优质高产栽培技术[J]. 北方园艺, 2005(3): 24-25.
- [10] 吴庆强, 张勇, 梁东丽. 不同钾肥品种对蔬菜产量和品质的影响[J]. 西北农业学报, 2001, 10(2): 84-86, 90.
- [11] 南京农业大学. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002: 301-368.
- [12] 中国土壤学会农业化学专业委员会. 土壤农业化学常规分析方法[M]. 北京: 科技出版社出版, 1983: 308-309.

Effects of Different K Sources and Rates on Yield, Quality and Nutrient Absorption on Garlic

HANG Yu-fang¹, WANG Gui-liang¹, YE You-liang¹, WANG Li-he²

(1. Henan Agricultural University, Zhengzhou Henan 45002, China; 2. Henan Agricultural Professional School, Zhongmou Henan 451450 China)

Abstract: The experiment was done in Zhongmou Henan province to study the effects of different K sources on growth and benefit of Garlic. The results showed: using K was good for garlic bolt and clove yield, shape of agriculture, absorption of N and K, the content of Vc and protein in garlic clove; At the same K rates of 300 kg/hm² the Russia KCl was the best for garlic bolt yield and the content of protein in garlic clove, the Luo Bupo K₂SO₄ was the best for garlic clove yield and the content of Vc in garlic clove, the Kaifeng K₂SO₄ was the best for absorption of N, the Russia K₂SO₄ was the best for absorption of K, K use efficiency, shape of agriculture and economic benefit. Through the equation we got when the amount of K was 253.5 kg/hm², the biggest out value was 33 495.5 Yuan/hm².

Key words: Potash fertilizer; Garlic; Yield; Vc; Protein; Economic benefit