

喷施硫酸镁对马铃薯产量的影响

边彩燕¹, 李世成¹, 张永祥¹, 陈超¹, 高应平², 杜立和³, 雷玉婷¹

(1. 甘肃省农业技术推广总站, 甘肃 兰州 730020; 2. 庄浪县农业技术推广中心, 甘肃 平凉 744000; 3. 渭源县农业技术推广中心, 甘肃 定西 743000)

摘要: 探明镁元素对马铃薯产量的影响, 为马铃薯生产中镁肥科学施用提供依据。以马铃薯品种庄薯3号和青薯10号为试验材料, 设置了叶面喷施硫酸镁 1.05、1.50、1.95 kg/hm² 以及喷等量清水为对照 4 个处理, 研究了不同处理对马铃薯株高、大中薯率和产量的影响。结果表明, 喷施硫酸镁能有效促进马铃薯株高, 提高马铃薯产量和大中薯率。庄浪县、渭源县试验点产量和大中薯率均以喷施硫酸镁 1.50 kg/hm² 最高, 其中产量分别为 28 667.17、57 223.39 kg/hm², 分别较清水喷洒水增产 6.7%、5.5%; 大中薯率分别为 84.3%、76.9%, 分别较清水喷洒水增加 9.4、9.2 个百分点。因此, 在庄浪县和渭源县试验点喷施硫酸镁 1.50 kg/hm² 更有利于马铃薯株高、大中薯率和产量增加。可在马铃薯生产上推荐施用。

关键词: 喷施; 硫酸镁; 马铃薯; 产量

中图分类号: S532

文献标志码: A

文章编号: 2097-2172(2025)04-0353-05

doi:10.3969/j.issn.2097-2172.2025.04.011

Effects of Magnesium Sulfate Foliar Application on the Potato Yield

BIAN Caiyan¹, LI Shicheng¹, ZHANG Yongxiang¹, CHEN Chao¹, GAO Yingping²,
DU Lihe³, LEI Yuting¹

(1. Gansu General Station of Agro-technology Extension, Lanzhou Gansu 730020, China; 2. Zhuanglang Agricultural Extension Centre, Pingliang Gansu 744000, China; 3. Weiyuan County Agricultural Technology Extension Centre, Dingxi Gansu 743000, China)

Abstract: This study investigated the effect of magnesium on the potato yield so as to provide a basis for the scientific application of magnesium fertilizer in potato production. Using two potato varieties, Zhuangshu 3 and Qingshu 10, 4 treatments were established: foliar spraying of magnesium sulfate at 1.05, 1.50, and 1.95 kg/ha, and an equal amount of water as control. Effects of these treatments on plant height, marketable tuber ratio, and yield were analyzed. Results showed that foliar application of magnesium sulfate significantly promoted plant height and improved both yield and the proportion of marketable tubers. The 1.50 kg/ha treatment showed the highest values in both Zhuanglang and Weiyuan experimental sites, with yields of 28 667.17 kg/ha and 57 223.39 kg/ha, representing yield increases of 6.7% and 5.5% over the water control, respectively. The marketable tuber ratios were 84.3% and 76.9%, respectively, which were 9.4 and 9.2 percentage points higher than the control. Therefore, foliar application of 1.50 kg/ha magnesium sulfate is more favorable for increasing plant height, marketable tuber rate, and yield of potatoes in Zhuanglang and Weiyuan Counties, and is recommended for promotion in potato production.

Key words: Foliar application; Magnesium sulfate; Potato; Yield

镁作为植物必需的营养元素, 参与光合作用和能量转化, 促进植物的生长发育^[1-3], 近年来有学者把镁列为仅次于氮、磷、钾的植物第四大必需元素^[4]。这一观点的提出, 反映了镁在植物生长和发育中的重要性。镁不仅是叶绿素的核心成分, 还参与光合作用、酶活性、营养吸收、抗逆

性等多种生理过程, 促进碳水化合物、脂肪和蛋白质的合成, 有助于提高植物对其他营养元素的吸收, 尤其是氮和钾, 从而改善作物的整体营养状况。同时, 适量的镁能够增强植物对逆境(干旱、盐碱等)的抵抗能力, 有助于提高作物的生存率和产量^[5]。因此, 在镁缺乏的土壤条件下合理

收稿日期: 2024-10-15; 修订日期: 2025-03-16

基金项目: 甘肃省科技计划项目(25CXNA046); 陇原青年创新创业人才项目(2023LQGR51); 国家马铃薯标准化区域服务与推广平台(甘肃)构建与应用项目(NBFW-17-2019)。

作者简介: 边彩燕(1989—), 女, 甘肃皋兰人, 高级农艺师, 主要从事农业技术推广工作。Email: 1498233518@qq.com。

通信作者: 李世成(1968—), 男, 甘肃秦安人, 推广研究员, 主要从事农业技术推广工作。Email: 504334834@qq.com。

施用镁肥对于提高作物的产量和品质具有重要意义,镁肥的种类繁多,其中水溶性镁肥因其快速被作物吸收,基施和喷施均具有较好的增产效果而备受青睐^[6]。生产中也以硫酸镁和氯化镁的应用最为广泛^[7]。

甘肃省凭借其独特的自然条件和政策支持,已经成为全国重要的马铃薯商品薯生产基地、精深加工基地和优质种薯繁育基地,种植面积稳定在 66.67 万 hm^2 左右,年产鲜薯 1 200 万 t 以上^[8]。马铃薯主粮化战略的实施,为甘肃省马铃薯产业带来了新的发展机遇,同时对马铃薯产量、品质等各方面提出了更高的要求^[9-10],马铃薯产业的高质量发展对加快农业农村现代化建设、实现乡村振兴具有重要意义。庄浪县和渭源县是甘肃省马铃薯主产区^[11-12],在马铃薯生产中占据了重要位置。目前,甘肃省马铃薯上镁肥施用还没有明确标准,因此明确全省马铃薯主产区硫酸镁的施用效果,为马铃薯生产提供科学的施肥建议,帮助合理配置肥料,达到提质增效的目的。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在甘肃省庄浪县和渭源县分别进行,其中庄浪试验点位于庄浪县通化镇通边村,该地区

海拔 1 938 m,无霜期 135 d,试验地土壤类型为黑垆土,耕层土壤含有机质 14.1 g/kg、水解氮 53.5 mg/kg、有效磷 8.5 mg/kg、速效钾 243 mg/kg,前茬为冬小麦。马铃薯生育期内降水量 391.8 mm,60%的降水集中在 8—10 月,平均气温 15.3 $^{\circ}\text{C}$ 。渭源试验点位于渭源县五竹镇五竹村,该地区海拔 2 209 m,无霜期 130 d,试验地土壤类型为黑麻土,耕层土壤含有机质 61.45 g/kg、全氮 2.19 g/kg、有效磷 31.86 mg/kg、速效钾 172 mg/kg,前茬为马铃薯。马铃薯生育期内降水量为 325.1 mm,60%的降水集中在 7—10 月,平均气温为 13.2 $^{\circ}\text{C}$ 。降水量和平均气温如图 1 所示。

1.2 供试材料

供试镁肥德国生跃植物增长剂硫酸镁,由甘肃陇台绿色无抗养殖有限公司提供。指示马铃薯品种庄浪试验点为庄薯 3 号,由庄浪县农业技术推广中心提供;渭源试验点为青薯 10 号,由渭源县农业技术推广中心提供。

1.3 试验方法

试验共设 4 个处理,分别为喷施硫酸镁 1.05 kg/hm^2 (T1)、1.50 kg/hm^2 (T2)、1.95 kg/hm^2 (T3),各处理兑水量均为 450 kg/hm^2 。以等量清水喷洒为对照(CK)。从出苗期开始每隔 30 d 喷施 1 次硫酸

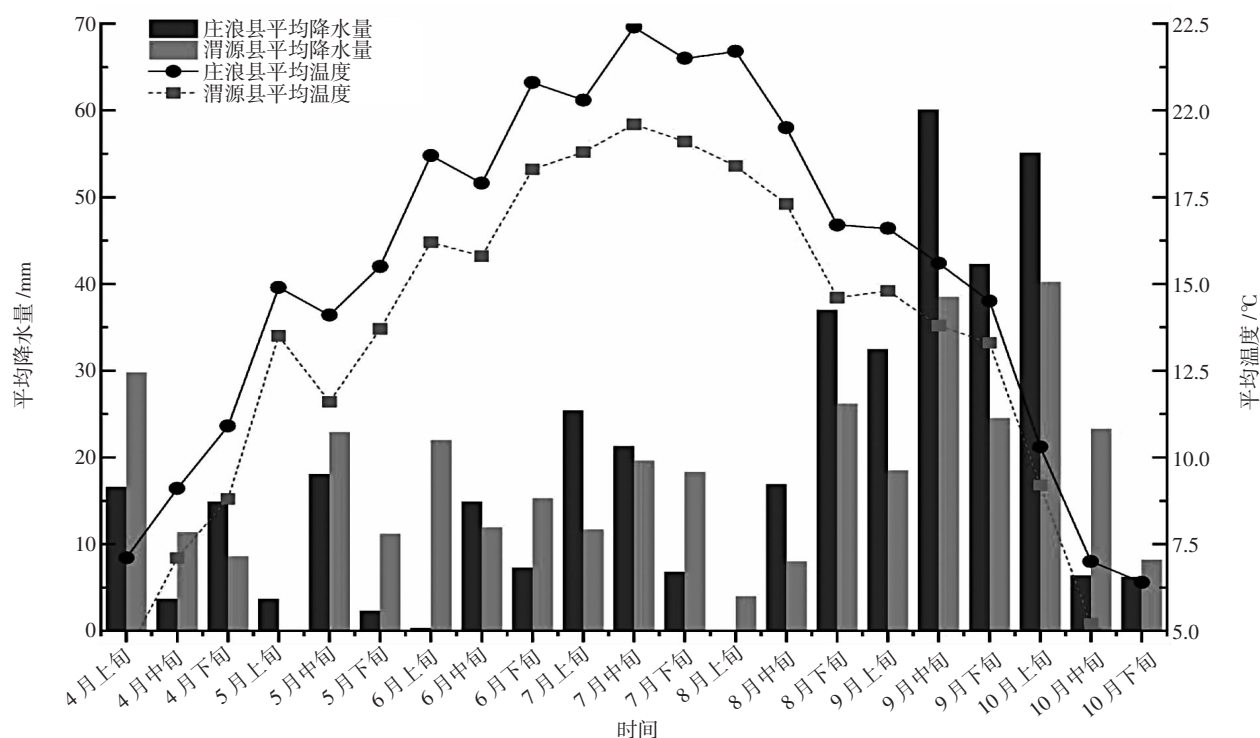


图1 庄浪县和渭源县试验点马铃薯生育期的平均降水量和温度

镁, 共喷 3 次, T1、T2、T3 处理每次用量分别为 0.35、0.50、0.65 kg/hm²。试验采用大区对比试验设计, 大区面积 66.7 m², 庄浪试验点采用黑色全膜垄作穴播栽培模式种植, 4 月 22 日起垄覆膜, 4 月 30 日播种, 株距 33 cm, 行距 55 cm, 种植密度 55 050 株 /hm², 10 月 7 日收获。渭源试验点采用全膜双垄沟播栽培模式种植, 4 月 27 日起垄覆膜, 4 月 28 日播种, 株距 30 cm、行距 60 cm, 种植密度 55 500 株 /hm², 10 月 12 日收获。其他田间管理均同当地大田。生育期观察当地的气温和降水量。

1.4 测定指标及方法

分别于马铃薯生育期观察记载出苗期、现蕾期、开花期、成熟期。采用直尺从茎基部到植株最高点的垂直高度测量株高。采用张立功等^[13]的方法统计大中薯率, 试验收获前按 3 点取样法, 每点取 5 株调查单株结薯数量和单株块茎重量, 块茎大小按大薯大于150 g、中薯75~150 g、小薯小于 75 g标准统计。成熟后按大区单收计产。

1.5 数据统计分析

试验数据用 Excel 2003 进行统计分析, 用 SPSS 17.0 软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对马铃薯生育期的影响

从表 1 可以看出, 不同处理对马铃薯全生育期有一定的影响。庄浪县试验点马铃薯生育期以 T2 处理最长, 为 154 d, 成熟最晚, 于 10 月 1 日成熟; T3、T1 处理生育期分别为 148、146 d; CK 生育期最短, 为 143 d, 于 9 月 20 日成熟, 成熟最早。渭源县试验点马铃薯生育期喷施不同浓度硫酸镁处理均为 160 d, 均于 10 月 5 日成熟; CK

处理最短, 为 158 d, 于 10 月 3 日成熟。

2.2 不同处理对马铃薯株高的影响

从表 2 可以看出, 庄浪县试验点喷施不同浓度硫酸镁马铃薯株高与 CK 相比均有不同程度增加。现蕾期喷施硫酸镁后株高较 CK 增加 2.0~9.0 cm, 其中以 T2 处理最高, 为 62.0 cm; 其次是 T1 处理, 为 56.0 cm。开花期喷施硫酸镁后株高较 CK 增加 2.0~4.0 cm, 其中以 T2 处理最高, 为 67.0 cm; T1 和 T3 处理均为 65.0 cm。成熟期喷施硫酸镁后株高较 CK 增加 9.0~18.0 cm, 其中以处理 T2 最高, 为 112.0 cm; 其次是 T3 处理, 为 107.0 cm。方差分析结果显示, 现蕾期和开花期 T2 处理与 T1、T3 处理和 CK 差异均达显著水平, T1、T3 处理间差异不显著; 成熟期各处理间差异均达显著水平。可见庄浪县试验点在现蕾期、开花期和成熟期喷施适量硫酸镁均能显著提高马铃薯株高。

渭源县试验点现蕾期喷施硫酸镁后株高以 T2 处理最高, 为 43.3 cm, 较 CK 增加 0.6 cm; 其次是 CK, 为 42.7 cm。开花期喷施硫酸镁后株高以

表 2 不同处理对马铃薯株高的影响 cm

试验点	处理	物候期		
		现蕾期	开花期	成熟期
庄浪县	T1	56.0 b	65.0 b	103.0 c
	T2	62.0 a	67.0 a	112.0 a
	T3	55.0 bc	65.0 b	107.0 b
	CK	53.0 c	63.0 c	94.0 d
渭源县	T1	42.6 a	54.2 a	88.7 c
	T2	43.3 a	55.6 a	92.3 b
	T3	41.4 a	54.7 a	96.8 a
	CK	42.7 a	54.3 a	86.9 c

表 1 不同处理对马铃薯生育期的影响

试验点	处理	物候期/(日/月)					生育期 /d
		播种期	出苗期	现蕾期	开花期	成熟期	
庄浪县	T1	30/4	21/5	28/6	5/7	23/9	146
	T2	30/4	21/5	28/6	5/7	1/10	154
	T3	30/4	21/5	28/6	5/7	25/9	148
	CK	30/4	21/5	28/6	5/7	20/9	143
渭源县	T1	28/4	30/5	8/7	20/7	5/10	160
	T2	28/4	30/5	8/7	20/7	5/10	160
	T3	28/4	30/5	8/7	20/7	5/10	160
	CK	28/4	30/5	8/7	20/7	3/10	158

T2 处理最高, 为 55.6 cm, 较 CK 增加 1.3 cm; 其次是 T3 处理, 为 54.7 cm, 较 CK 增加 0.4 cm。成熟期喷施硫酸镁后株高较 CK 增加 1.8 ~ 9.9 cm, 其中以 T3 处理最高, 为 96.8 cm; 其次是 T2 处理, 为 92.3 cm。方差分析结果显示, 现蕾期和开花期各处理间差异均不显著; 成熟期 T3 处理与其余处理差异显著, T2 处理与 T1 处理、CK 差异显著, T1 处理与 CK 间差异不显著。可见渭源试验点在成熟期喷施适量硫酸镁能显著提高马铃薯株高。

2.3 不同处理对马铃薯大中薯率的影响

试验表明(表3), 喷施不同浓度硫酸镁的马铃薯大中薯率与 CK 相比均有明显增加。庄浪县和渭源县试验点的大中薯率均以 T2 处理最高, 分别为 84.3%、76.9%, 分别较 CK 增加 9.4、9.2 个百分点。庄浪县 T1 处理次之, 为 78.6%, 较 CK 增加 3.7 个百分点; T3 处理最低, 为 77.4%, 较 CK 增加 2.5 个百分点。渭源县 T3 处理次之, 为 71.1%, 较 CK 增加 3.4 个百分点; T1 处理最低, 为 68.8%, 较 CK 增加 1.1 个百分点。

表 3 不同处理对马铃薯大中薯率的影响 %

处理	试验点	
	庄浪县	渭源县
T1	78.6	68.8
T2	84.3	76.9
T3	77.4	71.1
CK	74.9	67.7

2.4 不同处理对马铃薯产量的影响

从表 4 看出, 喷施不同浓度的硫酸镁马铃薯产量与 CK 相比均有明显增加。庄浪县和渭源县

表 4 不同处理对马铃薯产量的影响

试验点	处理	大区产量 /(kg/66.7 m ²)	折合产量 /(kg/hm ²)	较 CK 增产 /(kg/hm ²)	增产率 /%
庄浪县	T1	184.99	27 734.63 b	866.56	3.2
	T2	191.21	28 667.17 a	1 799.10	6.7
	T3	180.10	27 001.50 c	133.43	0.5
	CK	179.21	26 868.07 cd		
渭源县	T1	371.79	55 740.63 b	1 478.26	2.7
	T2	381.68	57 223.39 a	2 961.02	5.5
	T3	369.33	55 371.81 bc	1 109.44	2.0
	CK	361.93	54 262.37 d		

试验点马铃薯折合产量均以 T2 处理最高, 分别为 28 667.17、57 223.39 kg/hm², 分别较 CK 增产 6.7%、5.5%; T1 处理次之, 分别为 27 734.63、55 740.63 kg/hm², 分别较 CK 增产 3.2%、2.7%; T3 处理最低, 分别为 27 001.50、55 371.81 kg/hm², 分别较 CK 增产 0.5%、2.0%。对产量进行方差分析结果显示, 庄浪县试验点 T2 处理与其余处理差异显著; T1 处理与 T3 处理、CK 之间差异显著; T3 处理与 CK 差异不显著。渭源县试验点 T2 处理与其余处理差异显著; T1 处理与 T3 处理差异不显著, 与 CK 差异显著; T3 处理与 CK 差异显著。可见, 在庄浪试验点和渭源试验点喷施适量硫酸镁均能显著提高马铃薯产量。

3 讨论与结论

株高是作物生长量的基本指标, 在实际栽培过程中, 株高的变化在衡量技术措施效果中, 具有重要的参考意义^[14]。本研究中, 在成熟期喷施适量硫酸镁能显著提高马铃薯株高, 喷施不同浓度硫酸镁在一定程度上提高马铃薯大中薯率, 庄浪县、渭源县试验点的大中薯率均以喷施硫酸镁 1.50 kg/hm² 处理最高, 分别为 84.3%、76.9%, 分别较对照清水喷洒增加 9.4、9.2 个百分点。这与孙继英等^[15]研究结果类似。

施镁能显著提高大多数作物的产量^[16], 在蔬菜作物上及时补充钙、镁以及施用不同类型的钙、镁肥, 对于增加蔬菜产量和提高产品中的营养元素具有显著作用^[17]。施用硫酸镁和氧化镁提高烤烟产量和品质的效果明显优于其他镁肥^[18-19]。增施镁肥在提高小麦和玉米产量的同时, 增加了籽粒中粗蛋白和面筋含量^[20]。施用镁肥对多种作物的产量提升效果显著, 花生和大豆产量增加 25% ~ 40%, 烤烟和茶叶的产量增加 20% ~ 25%, 水稻产量增加 6%^[21]。本研究中, 喷施适量硫酸镁能有效提高马铃薯产量, 庄浪县、渭源县试验点马铃薯产量均以喷施硫酸镁 1.50 kg/hm² 处理最高, 分别为 28 667.17、57 223.39 kg/hm², 较对照清水喷洒增产 6.7%、5.5%; 而喷施硫酸镁 1.05 kg/hm² (低镁肥用量) 处理时, 马铃薯产量分别为 27 734.63、55 740.63 kg/hm², 较对照清水喷洒增产 3.2%、2.7%, 产量增幅有所降低; 喷施硫酸镁 1.95 kg/hm² (高镁肥用量) 处理时, 产量分别为 27 001.50、

55 371.81 kg/hm², 较对照清水喷洒分别增产 0.5%、2.0%, 产量增幅有所降低。这与何忠俊等^[22]、徐畅等^[23]研究结果相似。

综上所述, 在庄浪县和渭源县试验点喷施硫酸镁 1.50 kg/hm² 更有利于马铃薯株高、大中薯率和产量增加。因此, 在马铃薯生产上, 硫酸镁喷施量应以 1.50 kg/hm² 为宜。

参考文献:

- [1] HUBER S C, MAURY W. Effects of magnesium on intact chloroplasts: I. Evidence for activation of (sodium) potassium/proton exchange across the chloroplast envelope[J]. *Plant Physiology*, 1980, 65(2): 350–354.
- [2] RAO I M, SHARP R E, BOYER J S. Leaf magnesium alters photosynthetic response to low water 43 potentials in sunflower[J]. *Plant Physiol*, 1991, 95: 1189–1196.
- [3] MAURY W J, HUBER S C, MORELAND D E. Effects of magnesium on intact chloroplasts: II. Cation specificity and involvement of the envelope ATPase in (sodium) potassium/proton exchange across the envelope[J]. *Plant Physiology*, 1981, 68(6): 1257–1263.
- [4] 汪 洪, 褚天铎. 植物镁素营养的研究进展[J]. *植物学通报*, 1999, 16(3): 245–250.
- [5] 郭建国. 肥用量对水稻中浙优 8 号产量及其构成因素的影响[J]. *福建稻麦科技*, 2023(41): 15–18.
- [6] LI J, MUNEEER M A, SUN A H, et al. Magnesium application improves the morphology, nutrients uptake, photosynthetic traits, and quality of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) under cold stress[J]. *Frontiers in Plant Science*, 2023, 14: 1078128.
- [7] 耿国涛, 叶晓磊, 等. 基施硫酸镁和氯化镁对油菜产量和品质的影响[J/OL]. *土壤学报*, 1–12(2025–03–18). <https://link.cnki.net/urlid32.1119.P.20240705.1445.002.html>.
- [8] 张美兰, 郭世乾, 贾蕊鸿, 等. 甘肃省马铃薯种植适宜性评价及影响因素分析[J]. *寒旱农业科学*, 2023, 2(8): 731–735.
- [9] 朱永永, 赵 婧, 赵贵宾, 等. 旱作区富锌马铃薯绿色高质高效生产技术[J]. *寒旱农业科学*, 2023, 2(2): 145–147.
- [10] 王爱民. 高原干旱区马铃薯生产布局特征及可持续发展策略[J]. *寒旱农业科学*, 2023, 2(3): 209–212.
- [11] 吕健菲, 孙一文, 王澳雪, 等. 马铃薯产业发展的农民增收带动效应分析——以甘肃省定西市为例[J]. *中国马铃薯*, 2023, 37(6): 560–572.
- [12] 贺晚霞, 吴永斌. 庄浪县马铃薯微型薯雾培生产技术[J]. *甘肃农业科技*, 2017(2): 89–91.
- [13] 张立功, 马淑珍. 黄土丘陵区 (庄浪) 旱作马铃薯全膜覆盖关键技术集成研究[J]. *干旱地区农业研究*, 2014, 32(5): 84–92.
- [14] 石铭福. 不同类型肥料追施对马铃薯生长特征、产量构成及品质的影响[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2018.
- [15] 孙继英, 王 岫, 肖本彦, 等. 不同施肥量马铃薯主要农艺性状的变化及与产量性状相关性的研究[J]. *安徽农学通报*, 2009, 15(11): 100–101.
- [16] WANG Z, HASSAN M U, NADEEM F, et al. Magnesium fertilization improves crop yield in most production systems: A meta-analysis[J]. *Frontiers in Plant Science*, 2020, 10: 495191.
- [17] 郭鹏程. 植物钙营养, 植物镁营养. 中国农业百科全书——农业化学卷[M]. 北京: 农业出版社, 1996.
- [18] 沈 思. 不同镁肥种类对烟田镁含量及烤烟产质量的影响[D]. 广州: 华南农业大学, 2017.
- [19] 郝尚妍, 周 嵘, 徐 宸, 等. 重庆渝东北植烟区土壤交换性钙镁与土壤属性的关联特性研究[J]. *土壤*, 2023, 55(2): 288–294.
- [20] GREFFEUILLE V, ABECASSIS J, CATHERINE L, et al. Bran size distribution at milling and mechanical and biochemical characterization of common wheat grain outer layers: A relationship assessment[J]. *Cereal Chemistry*, 2006, 83(6): 641–646.
- [21] 黄鸿翔, 陈福兴, 徐明刚, 等. 红壤地区土壤镁素状况及镁肥施用技术的研究[J]. *土壤肥料*, 2000(5): 19–23.
- [22] 何忠俊, 马 青, 曾 波, 等. 镁对滇重楼生长、养分吸收和总皂甙含量的影响[J]. *植物营养与肥料学报*, 2009, 15(4): 960–964.
- [23] 徐 畅, 高 明, 谢德体, 等. 重庆市植烟区土壤镁素含量状况及施镁效应研究[J]. *植物营养与肥料学报*, 2010, 16(2): 449–456.