

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2022)01-0027-09

土壤肥料

DOI: 10.19918/j.cnki.1672-3635.2022.01.004

追施尿素对云南省冬小春马铃薯‘云薯902’生长和产量的影响

梁淑敏^{1,2}, 尹自友^{1,2}, 王 颖^{1,2}, 康桂辉³, 谢家华³, 李明福⁴,
文建斌³, 岳红林³, 白建明^{1,2}, 隋启君^{1,2*}

(1. 云南省农业科学院经济作物研究所, 云南 昆明 650200; 2. 农业农村部云贵高原马铃薯与油菜科学观测实验站, 云南 昆明 650200; 3. 建水县农业技术推广所, 云南 建水 654300; 4. 玉溪农业职业技术学院, 云南 玉溪 653106)

摘 要: 为研究追施尿素量和施用时间对‘云薯902’块茎产量及农艺性状的影响, 以马铃薯品种‘云薯902’为材料, ‘丽薯6号’为对照, 采用二因素随机区组设计, 以尿素(N 46%)为氮肥, 于2018~2020年在云南玉溪和建水实施。玉溪试验点分别设置0(CK)、150、300 kg/hm²尿素施用处理, 第1年试验不设重复, 第2年试验设3次重复。建水试验点第1年分别设置0(CK)、225、300和375 kg/hm²尿素施用处理, 第2年分别设置0(CK)、225、300 kg/hm²尿素施用处理, 采用方差分析研究块茎产量与农艺性状, 通过成本效益分析其种植效益。在冬小春作区出苗后(出苗率75%)30 d内增施尿素处理可以使‘云薯902’株高、分枝数、地上部茎叶产量、单株结薯数和单个块茎重较对照(CK)分别增加8.6%, 25.0%, 35.8%, 8.6%, 29.1%(2点2年平均, 其中玉溪试验点第2年的单株结薯数和单个块茎重数据未调查), 最终使‘云薯902’大薯率增加10.3%, 块茎产量增加26.3%, 种植户的收益平均增加17 946元/hm²。但是以增施150 kg/hm²(玉溪试验点)和225 kg/hm²(建水试验点)尿素的效果最佳, 超过该用量产量虽增加但是施肥效率不高。在出苗30 d后增施尿素则起到相反的作用, 如在建水试验点第2年试验由于追施时间为2020年3月20日, 属于结薯后期, 追施氮肥反而不利于块茎膨大, 最终导致减产。

关键词: 马铃薯; 云薯902; 提苗肥; 施用量; 追施时间

Effects of Urea Applied as Additional Fertilizer on Winter and Early Spring Potato Growth and Yield of 'Yunshu 902' in Yunnan Province

LIANG Shumin^{1,2}, YIN Ziyu^{1,2}, WANG Ying^{1,2}, KANG Guihui³, XIE Jiahua³, LI Mingfu⁴,

WEN Jianbin³, YUE Honglin³, BAI Jianming^{1,2}, SUI Qijun^{1,2*}

(1. Industrial Crops Research Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming, Yunnan 650200, China; 2. Scientific Observing and Experimental Station of Potato and Rapeseed in Yunnan-Guizhou Plateau, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Kunming, Yunnan 650200, China; 3. Jianshui Agricultural Technology Extension Institute, Jianshui, Yunnan 654300, China; 4. Yuxi Agricultural Vocational College, Yuxi, Yunnan 653106, China)

Abstract: The randomized complete block design of two factors, urea (N 46%) applied as additional fertilizer and

收稿日期: 2021-12-19

基金项目: 现代农业产业技术体系专项资金资助(CARS-09-P03); 云南省重点研发计划(202102AE090019)。

作者简介: 梁淑敏(1977-), 女, 博士, 副研究员, 主要从事马铃薯栽培与育种。

*通信作者(Corresponding author): 隋启君, 研究员, 主要从事马铃薯育种, E-mail: 1073480661@qq.com。

varieties ['Yunshu 902' and 'Lishu 6' (CK)], was developed and conducted in Yuxi and Jianshui, Yunnan Province, from 2018 to 2020 to analyze the influences of urea fertilizer application rate and application time on yield and agronomic traits in potato. The urea application rate at 0 (CK), 150, 300 kg/ha was tested with no replication in the first year and three replications in the second year in Yuxi. The urea application rate at 0 (CK), 225, 300 and 375 kg/ha was set in the first year and 0 (CK), 225 and 300 kg/ha was set in the second year in Jianshui. The yield and agronomic traits were analyzed with analysis of variance (ANOVA), and the planting benefit was analyzed by cost-benefit. The plant height, branch number, aboveground yield, tuber number per hill and mean tuber weight (the average of two varieties and two sites) of 'Yunshu 902' were increased by 8.6%, 25.0%, 35.8%, 8.6%, 29.1%, respectively, than those of CK (the data of tuber number per hill and mean tuber weight in the second year were not investigated in Yuxi), and finally large-sized tuber percentage, tuber yield and income of growers were increased by 10.3%, 26.3% and 17 946 Yuan/ha, respectively, when the urea fertilizer was applied within 30 days after emergence (75% of emergence percentage) in the winter and early spring planting region. However, the best results were obtained when the urea applied as additional fertilizer at the rate of 150 (Yuxi) and 225 kg/ha (Jianshui). Beyond this rate, the yield increased, but the fertilization efficiency was not high. The tuber yield was reduced when urea fertilizer was applied later than 30 days after emergence. For example, in the second year of Jianshui, fertilizer was applied on March 20, 2020, the late stage of tuber setting, and additional fertilizer application was not conducive to tuber bulking, resulting in yield reduction.

Key Words: potato; Yunshu 902; additional fertilizer; application rate; application time

目前, 冬小春马铃薯产业的突出问题表现在品种以及品种相关的种薯上^[1]。‘合作88’存在抗性退化, 冬小春块茎易发生褐斑病; ‘丽薯6号’食味适宜于炒丝, 俗称“土豆丝”, 不适宜云南等南方市场。另外, 由于冬小春种薯不能自繁, 只能从外地调运, 经常出现由于种薯问题(休眠、青枯病等)而毁地重种的现象。‘云薯902’是目前冬小春马铃薯市场反响较好的新品种之一, 由于其休眠期适中, 外观漂亮、耐煮、食味好、适应性广^[2]等特征, 可以在北方繁育种薯, 深受广大种植户和消费者喜爱, 但是按照传统的冬小春马铃薯种植方法, ‘云薯902’的试验产量仅为33 000 kg/hm²左右, 纯收益不足15 000元/hm²^[3], 大田产量31 365 kg/hm², 效益更差。

大田试验表明, 在冬小春采用以往的种植方法栽培‘云薯902’存在植株地上部分分枝少、叶片稀疏、植株矮小等问题, 导致‘云薯902’因早衰等原因造成产量不高, 因此改变原来冬小春作区农民固有的施肥方式—只施底肥且多施底肥的传统, 在播种后盖地膜、出苗后采用增施氮肥进行提苗。但是过多的氮肥投入不仅浪费资源, 而且

恶化土壤性状, 污染水源, 破坏环境等^[4,5], 而少量的氮肥能否达到增加地上部产量—即追施的效果? 多少的氮肥用量为宜? 在什么时间增施为宜? 目前尚没有明确。本研究通过开展马铃薯苗期增施氮肥试验, 明确苗期增施氮肥的必要性, 并根据品种特性, 明确苗期增施氮肥的最佳施肥量和最佳增施时间, 提出冬小春作马铃薯产区氮肥的合理施用技术, 为云南省边疆地区民族产业振兴、农民增收, 提供有力的依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验点一: 时间为2018年12月20日至2019年5月5日, 2019年12月24日至2020年5月13日。试验地址为云南省玉溪市研和镇玉溪农业职业技术学院农场, 海拔1 650 m, E 102°29' 53.18", N 24°14' 39.25", 前作为烟草, 土壤类型为红粘壤土。

试验点二: 时间为2018年12月15日至2019年4月28日, 2019年12月19日至2020年5月10日。试验地址为云南省建水县甸尾乡铁所村委会坝子河, 海拔1 550 m, E 102°42' 57", N 23°47' 26", 前

作为水稻, 土壤质地为中壤土, 类型为水稻土。

2个试验点的土壤基础肥力状况见表1。

1.2 试验材料

‘云薯902’于2016年通过云南省农作物品种审定委员会审定。该品种株型直立, 生长势弱, 株高39.59 cm, 茎粗1.3 cm, 叶淡绿色, 茎紫绿色, 花冠白色, 天然结实性弱。结薯分散, 块茎椭圆形, 黄皮黄肉, 薯皮光滑, 芽眼少而浅、红色, 大中薯率87.90%。中早熟, 生育期82 d^[6]。该品种淀粉含量12.92%、维生素C含量23.70 mg/100 g、蛋白质含量2.00%、还原糖含量0.13%、干物质含量19.50%。感晚疫病, 抗马铃薯X病毒, 但感马

铃薯Y病毒。

‘丽薯6号’于2008年通过云南省农作物品种审定委员会审定。该品种株型直立, 株高67 cm左右, 茎粗1.2 cm, 茎微紫绿色, 叶绿色, 有4对侧小叶, 花冠白色, 天然结实性弱, 有种子。匍匐茎短、结薯集中。块茎椭圆, 白皮白肉, 表皮光滑, 大而整齐, 芽眼浅而少。薯块休眠期长、耐贮性好, 大中薯率83.90%。中晚熟, 生育期112 d^[6], 该品种炒食口感和风味好, 属鲜食菜用型。鲜薯干物质含量20%左右、淀粉含量14.24%、蛋白质含量2.06%、维生素C含量17.50 mg/100 g。高抗马铃薯晚疫病, 抗马铃薯Y病毒病。

表1 两个试验点的土壤基础肥力状况

Table 1 Basic properties of experimental soil in two sites

地点 Site	全N(g/kg) Total N	水解性N(mg/kg) Hydrolytic N	有效P(mg/kg) Available P	速效K(mg/kg) Available K	pH	有机质(g/kg) Organic matter
玉溪 Yuxi	1.67	88.13	74.94	263.93	7.76	25.91
建水 Jianshui	1.34	85.71	93.02	170.09	5.56	26.74

2个试验点的‘云薯902’种薯均由云南省农业科学院经济作物研究所马铃薯中心提供, 种薯级别为一级种。玉溪试验点的‘丽薯6号’种薯亦是由云南省农业科学院经济作物研究所马铃薯中心提供, 建水试验点的‘丽薯6号’种薯由建水县农业技术推广所提供, 种薯级别均为一级种。

1.3 试验设计

品种为‘云薯902’, ‘丽薯6号’为对照, 试验均采用二因素随机区组设计。以尿素(N 46%)为追施氮肥, 不同尿素施用量为试验处理, 试验点一共设3个处理, 第1年试验无重复, 第2年试验3次重复。处理1: 出苗后追施尿素300 kg/hm²; 处理2: 出苗后追施尿素150 kg/hm²; 处理3: 出苗后追施尿素0 kg/hm²。2019年3月12日和2020年3月20日追施氮肥。小区行长6.5 m, 宽1.1 m, 每小区种植40株。试验点二于2019年2月16日和2020年3月11日追施氮肥, 3次重复。小区行长6 m, 宽1.2 m, 每小区种植40株。建水试验点由于工作人员修改试验方案, 试验第1年将处理

修改为处理1: 出苗后追施尿素375 kg/hm²; 处理2: 出苗后追施尿素300 kg/hm²; 处理3: 出苗后追施尿素225 kg/hm²; 处理4: 出苗后追施尿素0 kg/hm²。试验第2年处理为处理1: 出苗后追施尿素300 kg/hm²; 处理2: 出苗后追施尿素225 kg/hm²; 处理3: 出苗后追施尿素0 kg/hm²。

1.4 栽培管理

试验点一底施复合肥(N:P:K = 15:15:15), 施用量为750 kg/hm²。试验点二在播种前旋耕地, 整平后, 起高垄, 垄上穴播, 地膜覆盖。底施穴施, 底肥: 过磷酸钙(P₂O₅ + 水溶性P ≥ 19%) 900 kg/hm², 复合肥(N:P:K = 31:5:0) 544.5 kg/hm²全田撒施。在播种前, 全田灌透水。播种用肥(N:P:K = 15:15:15) 2 250 kg/hm²; 硫酸钾(K₂O ≥ 50%) 225 kg/hm²。

1.5 种薯处理

由于冬小春作种薯主要来源于大春作繁育, 大春收获距冬作播种仅有1个月左右的时间, 种薯不催芽出苗非常慢。因此, 冬小春作播种前种

薯需放温室催芽, 提前 20~30 d 催芽后切块。切块 30~40 g, 玉溪试验点大种薯切块, 如果 <50 g 种薯采用整薯播种, 建水试验点全部切块, 播种时带 1~2 个芽。

1.6 调查记载

(1)株高: 在马铃薯块茎膨大期取样, 株高采用茎基部到生长点的距离, 每小区随机选取 5 株进行测量, 取 5 株测量的平均值^[7]。

(2)地上部重量: 在马铃薯收获期, 收获每小区的地上部分称重^[8]。

(3)主茎数: 在收获期每小区取 10 株, 数每株的主茎个数后计算平均值^[8]。

(4)分枝数: 在收获期每小区取 10 株, 数每株的分枝个数后计算平均值^[8]。

(5)产量: 在马铃薯成熟期, 对每个处理的 3 个小区进行实测产量, 在测产过程中进行单株块茎数、单株薯块重的记载。每小区的薯块进行大

小分级, 分别进行称重计数, 最后计算大薯率(单薯重量 150 g 以上为大薯)^[7]。

$$\text{大薯率}(\%) = \text{大薯鲜重/块茎总鲜重} \times 100^{[9]}$$

1.7 数据分析

试验数据整理采用 Excel 2010 进行统计汇总, 并使用软件 SAS 8.0 对各处理数据进行方差分析和差异显著性测验(Duncan's 法)。

2 结果与分析

2.1 出苗动态

在玉溪试验点, 2 个品种の出苗速度基本一致, 最后的出苗株数‘云薯 902’稍低于‘丽薯 6 号’。在建水试验点, 由于 2019 年‘丽薯 6 号’种薯繁育生长期前期干旱导致种薯收获较晚, 休眠期不足, 生产上大面积出现出苗差的问题, 造成‘丽薯 6 号’出苗速度和出苗率均低于‘云薯 902’(图 1)。出苗动态的差异主要是由于品种间的差异造成的。

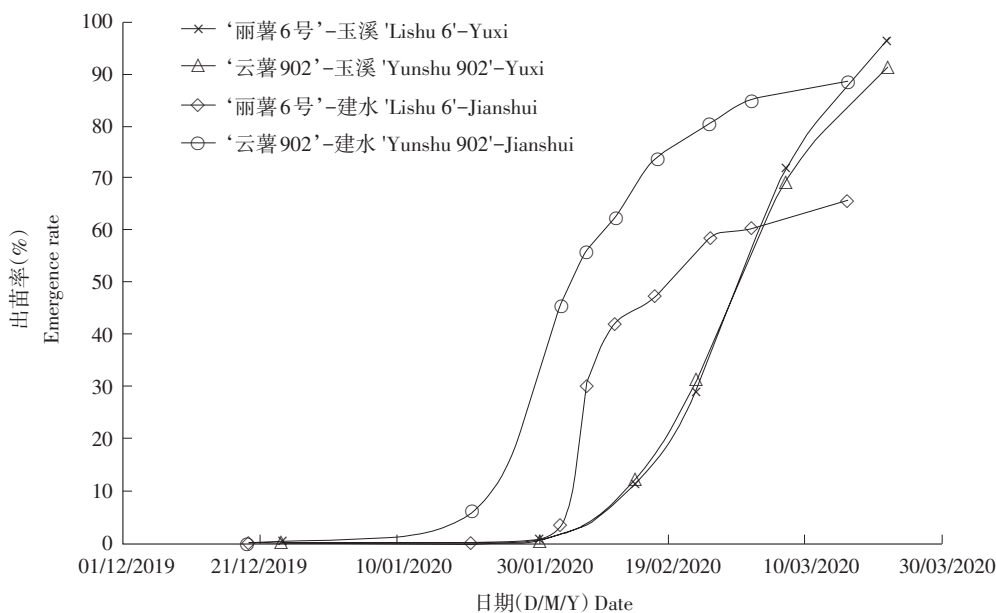


图1 ‘丽薯 6 号’和‘云薯 902’在玉溪和建水的出苗动态

Figure 1 Emergence dynamics of 'Lishui 6' and 'Yunshu 902' in Yuxi and Jianshui

2.2 追施尿素对‘云薯 902’农艺性状的影响

2 个试验点和 2 个品种对株高的影响趋势基本相同(表 2~3)。与对照相比, 追施尿素能使植株株高明显增加, 增施量低于 300 kg/hm²时, 增施

量和株高呈正相关, 随增施量增加株高增加。品种间差异显著, 2 个试验点均为‘丽薯 6 号’株高高于‘云薯 902’, 增施尿素处理使‘云薯 902’株高较不施对照增加 8.6%(2 点 2 年平均)。追施尿素对

主茎数没有影响(表2~3), 2个试验点品种间和处理间差异均不显著, 主茎数主要和种薯切块与否有关, 玉溪试验点的主茎数较建水试验点的多, 可能是由于玉溪试验点有小整薯播种。追施尿素较对照能增加植株分枝数, 玉溪试验点第1年试验由于没有设重复结果仅供参考, 2019~2020年追施尿素增加了分枝数, 但品种和处理间差异不显著。建水试验点第1年品种间和处理间差异均显著, 增施量低于300 kg/hm², 2个品种的分枝数均随着增施量增加而增加, 增施375 kg/hm²后分枝数又降低, 第2年品种间差异显著但处理间差异不显著, 可能与追施时间晚有关。2年均为‘丽薯6号’分枝数显著高于‘云薯902’, 增施尿素处理使‘云薯902’分枝数较不施对照增加25.0%(2点2年平均)。

追施尿素后, 地上部茎叶产量较对照有不同程度增加, 但是随着追施尿素量增加到一定程度后出现下降趋势。玉溪试验点为增施150 kg/hm²尿素地上部产量最高(表2), 建水试验点2年2个品种平均为增施225 kg/hm²最高(第1年‘云薯902’为增施300 kg/hm²最高, ‘丽薯6号’为增施375 kg/hm²最高)(表3), 但总趋势基本一致。2个试验点均为‘丽薯6号’的地上部茎叶产量高于‘云薯902’, 增施尿素处理使‘云薯902’地上部茎叶产量较不施对照增加35.8%(2点2年平均), 从分枝数和地上部茎叶产量角度说明‘云薯902’在冬小春作区为一个枝叶不繁茂的品种。如果不采用追施尿素的方法增加地上部产量, 很难在冬小春作区实现产量的突破。

表2 2018~2020年玉溪试验点追施尿素对‘云薯902’农艺性状的影响

Table 2 Effects of urea applied as additional fertilizer on agronomic characters of 'Yunshu 902' in Yuxi experimental site from 2018 to 2020

指标 Index	处理(kg/hm ²) Treatment (kg/ha)	云薯902 Yunshu 902		丽薯6号 Lishu 6	
		2018~2019	2019~2020	2018~2019	2019~2020
株高(cm) Plant height	0	43.43	55.33 b	64.87	54.00 b
	150	47.06	58.00 a	65.03	62.67 a
	300	48.50	62.67 a	69.17	65.00 a
	平均 Average	46.33	58.67	66.36	60.56
主茎数(个/株) Main stem number (No./plant)	0	1.50	—	2.10	—
	150	1.44	—	1.57	—
	300	1.56	—	1.86	—
	平均 Average	1.50	—	1.85	—
分枝数(个/株) Branch number (No./plant)	0	5.17	7.33 a	6.57	7.00 a
	150	6.17	7.67 a	5.67	7.67 a
	300	4.40	8.33 a	5.11	8.00 a
	平均 Average	5.25	7.78 a	5.78	7.56 a
地上部茎叶产量(kg/hm ²) Aboveground yield (kg/ha)	0	14 825	18 070 b	23 776	15 497 b
	150	13 986	23 888 a	25 734	25 175 a
	300	11 189	23 888 a	17 902	22 210 ab
	平均 Average	13 333	21 949	22 471	20 960

注: 不同性状同列或行平均值后标不同小写字母表示0.05水平显著, Duncan's法; “—”表示数据缺失。下同。

Note: Means in the same column or row for each item followed by different small letter indicate significant difference at 0.05 level of probability as tested using Duncan's multiple range test method. "—" indicates missing data. The same below.

表3 2018~2020年建水试验点追施尿素对‘云薯902’农艺性状的影响
Table 3 Effects of urea applied as additional fertilizer on agronomic characters of 'Yunshu 902' in Jianshui experimental site from 2018 to 2020

指标 Index	处理(kg/hm ²) Treatment (kg/ha)	云薯902 Yunshu 902		丽薯6号 Lishu 6	
		2018~2019	2019~2020	2018~2019	2019~2020
株高(cm) Plant height	0	—	40.20 b	—	46.33 ab
	225	—	43.27 ab	—	45.87 b
	300	—	43.33 a	—	50.53 a
	375	—	—	—	—
	平均 Average		42.27 b		47.58 a
主茎数(个/株) Main stem number (No./plant)	0	1.18 a	1.00 a	1.00 a	1.00 a
	225	1.23 a	1.00 a	1.03 a	1.03 a
	300	1.00 a	1.03 a	1.10 a	1.07 a
	375	1.20 a	—	1.00 a	—
	平均 Average	1.15 a	1.01 a	1.03 a	1.03 a
分枝数(个/株) Branch number (No./plant)	0	1.40 b	3.87 a	3.95 ab	5.87 a
	225	2.57 ab	3.20 a	4.00 ab	5.93 a
	300	3.00 a	3.80 a	4.23 a	5.57 a
	375	2.77 ab	—	3.73 b	—
	平均 Average	2.43 b	3.62 b	3.98 a	5.79 a
地上部茎叶产量(kg/hm ²) Aboveground yield (kg/ha)	0	4 187 b	11 579 ab	6 439 b	12 299 ab
	225	8 190 a	12 942 a	11 082 a	13 088 a
	300	9 076 a	10 264 b	10 108 a	7 713 b
	375	7 693 a	—	11 228 a	—
	平均 Average	7 285 b	11 595 a	9 714 a	11 033 a

2.3 追施尿素对‘云薯902’块茎产量及产量组成的影响

总体来说, 冬小春作(一般为12月中下旬至第2年的4月底5月初)所有增施尿素处理, 块茎产量均会增加(表4~5), 但要获得该品种的最高产量需追施的量则不同。玉溪2年的试验结果略有差异, 2018~2019年‘云薯902’增施150 kg/hm²尿素的产量最高, ‘丽薯6号’为不增施最高, 2019~2020年2个品种均为增施300 kg/hm²尿素的产量最高, 可能与第1年玉溪试验点没有重复有关, 玉溪试验点2年块茎产量均为‘云薯902’高于‘丽薯6号’。2018~2019年建水试验点2个品种追施225 kg/hm²尿素产量最高, 方差分析表明, 处

理间差异显著, 增施225 kg/hm²尿素最好; 品种间差异显著, ‘云薯902’ > ‘丽薯6号’ ($P < 0.0001$)。2019~2020年, 2个品种均为施0 kg/hm²尿素产量最好, 方差分析表明, 处理间产量差异不显著; 品种间产量差异显著, ‘云薯902’ > ‘丽薯6号’ ($P < 0.05$)。追施尿素使‘云薯902’大薯率较不施对照增加10.3%, 块茎产量增加26.3%(2年2点平均)。

增施尿素处理后, ‘云薯902’单株结薯数较对照有不同程度的增加, 但是随着尿素用量增加到一定程度反而会出现下降趋势。在玉溪试验点, 2个品种均为增施150 kg/hm²尿素单株结薯数最多。在建水试验点, ‘云薯902’所有追施尿素处理, 单

株结薯数均增加, 追施 225 kg/hm² 尿素的结薯数最多。但是‘丽薯6号’为增施尿素处理单株结薯数降低。方差分析表明, 单株结薯数处理间差异不显

著, 品种间差异显著, ‘云薯902’> ‘丽薯6号’ ($P < 0.0001$)。增施尿素处理使‘云薯902’结薯数较不施对照增加 8.6% (2 点 2 年平均)。

表 4 2018~2020 年玉溪试验点追施尿素对‘云薯 902’块茎产量及产量组成的影响

Table 4 Effects of urea applied as additional fertilizer on yield and yield components of 'Yunshu 902' in Yuxi experimental site from 2018 to 2020

指标 Index	处理(kg/hm ²) Treatment (kg/ha)	2018~2019			2019~2020		
		云薯902 Yunshu 902	丽薯6号 Lishu 6	平均 Average	云薯902 Yunshu 902	丽薯6号 Lishu 6	平均 Average
块茎产量(kg/hm ²) Tuber yield (kg/ha)	0	54 412	62 353	58 382	38 000	40 857	39 429 b
	150	62 059	51 765	56 912	40 381	42 476	41 429 b
	300	57 353	56 176	56 765	56 952	45 524	51 238 a
	平均 Average	57 941	56 765		45 111 a	42 952 a	
单株结薯数(个/株) Tuber number (No./plant)	0	8.05	6.80	7.43	—	—	—
	150	8.20	8.40	8.23	—	—	—
	300	7.50	8.30	7.90	—	—	—
	平均 Average	7.87	7.83		—	—	
单个块茎重(g/个) Tuber weight (g/No.)	0	114.91	155.88	135.39	—	—	—
	150	128.66	104.76	116.71	—	—	—
	300	130.00	115.06	122.53	—	—	—
	平均 Average	124.52	125.23		—	—	
大薯率(%) Large tuber percentage	0	70.71	66.55	68.63	49.80	70.77	60.28 a
	150	72.56	59.49	66.02	43.90	64.10	54.00 a
	300	67.88	59.56	63.72	53.57	71.90	62.73 a
	平均 Average	70.38	61.87		49.09 a	68.92 a	

追施尿素对单个块茎重没有显著的影响。方差分析结果表明, 处理间差异不显著, 品种间单个块茎重差异显著, ‘丽薯6号’> ‘云薯902’ ($P < 0.0001$), 2 年结果一致。2018~2019 年‘云薯902’所有追施尿素处理的单个块茎重增加, 以追施 300 kg/hm² 尿素的单个块茎重最高(2 个点一致)。“丽薯6号”则为追施尿素单个块茎重降低。2019~2020 年‘云薯902’追施尿素后, 单个块茎重降低, 但是‘丽薯6号’所有追施尿素处理单个块茎重均增加。增施尿素处理使‘云薯902’单个块茎重较不施对照增加 29.1% (2 点 2 年平均)。

2.4 追施尿素对‘云薯902’经济效益的影响

表 6 表明, 追施尿素后, 通过较对照增加不足 1 500 元/hm² 的成本, 却能够使‘云薯902’增加 9 000~27 000 元/hm² 的收益, 收益平均增加 17 946 元/hm², 从经济价值分析是有益的。从收益增加和成本增加的比值来看, 增施 300 kg/hm² 尿素时, 该比值开始下降, 建水增施 375 kg/hm² 尿素除外(主要由于试验第 1 年效益较好)。因此, 玉溪试验点和建水试验点分别以增施 150 和 225 kg/hm² 尿素的效果最佳, 并以最低的环境代价获得较好的效益, 超过该用量产量虽增加但是施肥效率不高。

表5 2018~2020年建水试验点追施尿素对‘云薯902’块茎产量及产量组成的影响
Table 5 Effects of urea applied as additional fertilizer on yield and yield components of ‘Yunshu 902’ in Jianshui experimental site from 2018 to 2020

指标 Index	处理(kg/hm ²) Treatment (kg/ha)	2018~2019			2019~2020		
		云薯902 Yunshu 902	丽薯6号 Lishu 6	平均 Average	云薯902 Yunshu 902	丽薯6号 Lishu 6	平均 Average
块茎产量(kg/hm ²) Tuber yield (kg/ha)	0	52 578	36 957	44 768 b	64 304	55 510	59 907 a
	225	71 615	59 049	65 332 a	61 861	47 148	54 505 a
	300	70 263	53 429	61 846 a	56 373	50 721	53 547 a
	375	68 939	56 484	62 712 a	—	—	—
	平均 Average	65 849 a	51 480 b	—	60 846 a	51 126 b	—
单株结薯数(个/株) Tuber number (No./plant)	0	7.24	5.83	6.54 a	6.19	5.11	5.65 a
	225	9.50	4.34	6.92 a	7.14	4.33	5.74 a
	300	7.72	4.75	6.24 a	6.52	4.68	5.60 a
	375	8.25	4.12	6.19 a	—	—	—
	平均 Average	8.18 a	4.76 b	—	6.62 a	4.71 b	—
单个块茎重(g/个) Tuber weight (g/No.)	0	114.98	—	—	196.55	252.37	224.46 a
	225	171.44	271.40	221.39 a	170.86	294.73	232.80 a
	300	173.69	238.80	205.73 a	173.67	281.16	227.41 a
	375	156.96	270.69	213.85 a	—	—	—
	平均 Average	167.36 b	260.29 a	—	180.36 b	276.09 a	—
大薯率(%) Large tuber percentage	0	67.73	77.99	72.86 b	79.35 a	88.73 a	84.04 a
	225	78.67	89.38	84.03 a	73.71 a	89.39 a	81.55 a
	300	79.07	86.97	83.02 a	75.08 a	90.90 a	82.99 a
	375	76.95	89.10	83.03 a	—	—	—
	平均 Average	75.61 b	85.86 a	—	76.05 b	89.68 a	—

3 讨 论

由于国内马铃薯消费观念的改变导致马铃薯育种理念也在发生相应的改变,过去马铃薯育种目标以高产为主^[10],但是随着消费多样化后,马铃薯育种目标朝着好吃、外观漂亮(颜值高、亮度好)、货架期长、耐煮、营养丰富等多目标发展。目前云南省冬小春作区生产上广泛应用的鲜食品种‘云薯902’是外观和食味均较好的马铃薯新品种,但由于植株矮小,成为高产的限制因素,通过采用在苗期追施尿素增施速效氮肥的栽培技术,促进马铃薯地上部分快速生长,进而达到提高地下部块茎产量的目的。

但是速效氮肥的用量和施用时间是否合理严重影响马铃薯的块茎产量,如果氮肥用量不足,易早衰,马铃薯产量偏低,氮肥施用过量 and 过晚,导致地上部分徒长,结薯少,产量低^[11],贪青晚熟,品质下降^[12,13]。根据本试验结果可以看出,在冬小春作区出苗后(出苗率75%)30 d内增施尿素,

所有增施尿素处理均可以使‘云薯902’株高增加、分枝数、地上部茎叶产量增加,这与卞春松等^[4]的研究结果相同。增施尿素会使大薯率增加、结薯个数增加、单个块茎重增加,最终使‘云薯902’块茎产量增加,增加种植户的收益,这与黄继川等^[12]以及付蓉和朱爱玲^[14]的研究结果一致。但是以增施150 kg/hm²(玉溪试验点)和225 kg/hm²(建水试验点)尿素的效果最佳,并以最低的环境代价获得较好的效益,超过该用量产量虽增加但是施肥效率不高,这与曹占凤等^[11]的研究结果一致(尿素用量195 kg/hm²产量最高,超过391 kg/hm²产量显著下降),超过300 kg/hm²尿素及以上会减产,这与黄继川等^[12]的研究结果一致。目前,文献上有在现蕾期追施^[14],氮肥分期追施^[15],按照一定的基追比追施氮肥^[12]的报道,但是没有明确给出最佳追施氮肥时间。本研究结果表明,在出苗(出苗率75%)30 d后增施氮肥会起到相反的作用,如在建水试验点2019~2020年由于追施时间为2020年3月20日,属于结薯后期,追施氮肥反

表6 追施尿素对‘云薯902’经济效益的影响

Table 6 Effects of urea applied as additional fertilizer on economic benefit of 'Yunshu 902'

地点 Site	处理 (kg / hm ²) Treatment (kg/ha)	生产成本(元/hm ²) Production cost (Yuan/ha)						产值(2年平均) (元/hm ²) Output value (Yuan/ha)		纯收益(元/hm ²) Net income (Yuan/ha)		收益增加/成本增加 Increased income/ Increased cost compared with CK	
		劳动力 Labor	种薯 Seed tuber	复合肥 Ferti- lizer	机械 Mech- anics	地膜 Mulch	农药 Pesticide	云薯902 Yunshu 902	丽薯 6号 Lishu 6	云薯902 Yunshu 902	丽薯 6号 Lishu 6	云薯902 Yunshu 902	丽薯 6号 Lishu 6
玉溪 Yuxi	0	18 000	7 500	3 000	3 000	900	750	85 935	94 605	52 785	61 455		
	150	18 150	7 500	3 600	3 000	900	750	96 585	80 625	62 685	46 725	13.2	-1.5
	300	18 150	7 500	4 200	3 000	900	750	98 805	86 970	64 305	52 470	8.5	-0.8
建水 Jianshui	0	18 000	7 500	13 315.5	3 000	900	750	96 120	77 175	52 650	33 705		
	225	18 150	7 500	14 215.5	3 000	900	750	124 845	105 840	80 325	61 320	26.4	1.0
	300	18 150	7 500	14 515.5	3 000	900	750	120 165	99 600	75 345	54 780	16.8	0.93
	375	18 150	7 500	14 815.5	3 000	900	750	166 425	148 560	121 305	103 440	41.6	0.6

注: 复合肥为4.0元/kg, 尿素为4.0元/kg, 钾肥(K₂SO₄)为5.5元/kg, 普钙为1.0元/kg, 地膜为15元/kg, 劳动力为80元/工, 追施氮肥增加人工为0.53 hm²/工, 该价格均为2018~2020年的价格。2018~2019年收获时马铃薯商品薯收购价格, 大薯2.8元/kg, 中薯为1.4元/kg, 小薯为0.5元/kg; 2019~2020年收获时价格, 大中薯为1.2元/kg, 小薯为0.4元/kg。建水试验点增施375 kg/hm²氮肥处理的产值为2018~2019年, 结果仅供参考。

Note: Economic benefit calculation is based on compound fertilizer 4.0 Yuan/kg, urea 4.0 Yuan/kg, potassium sulphate 5.5 Yuan/kg, calcium superphosphate 1.0 Yuan/kg, plastic film 15 Yuan/kg, labor force 80 Yuan/worker, and increased labor force for applying N fertilizer 0.53 ha/worker. The prices were all from 2018 to 2020. During the harvest in 2018~2019, the price of marketable potato was 2.8 Yuan/kg for large-sized potatoes, 1.4 Yuan/kg for medium-sized potatoes and 0.5 Yuan/kg for small-sized potatoes. During the harvest from 2019 to 2020, the price of large-and medium-sized potatoes was 1.2 Yuan/kg and that of small-sized potatoes was 0.4 Yuan/kg. The output value of 375 kg/ha N fertilizer treatment in Jianshui was only one year of 2019, and the results are for reference only.

而不利于块茎膨大。由此可见, 追施氮肥一定要及早, 应在出苗后30 d内完成, 尽量早施, 否则还会造成减产。

【参 考 文 献】

- [1] 陈际才, 李章田, 李俊龙, 等. 德宏冬马铃薯产业发展的现状分析及对策研究[J]. 农业科技通讯, 2017(11): 41-47.
- [2] 隋启君, 徐宁生, 包丽仙, 等. 广适性马铃薯鲜食品种‘云薯902’[J]. 中国马铃薯, 2021, 35(5): 421-423.
- [3] 李鹏林, 李明福, 徐宁生, 等. 复合肥施用量对云薯902农艺及产量性状的影响[J]. 贵州农业科学, 2019, 47(4): 33-35.
- [4] 卞春松, 刘建刚, 庞万福, 等. 氮肥管理对早熟马铃薯生长发育及块茎产量的影响[C]//金黎平, 吕文河. 马铃薯产业与美丽乡村. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 2020: 576-577.
- [5] 巨晓棠, 谷保静. 我国农田氮肥施用现状、问题及趋势[J]. 植物营养与肥料学报, 2014, 97(4): 783-795.
- [6] 徐洪海. 马铃薯繁育栽培与贮藏技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010: 38.
- [7] 高中超, 王秋菊, 张劲松, 等. 深耕修复除草剂污染土壤提高马铃薯的产量[J]. 中国马铃薯, 2017, 31(1): 11-17.
- [8] 沈升法, 吴列洪, 项超, 等. 种薯大小和穴盘育苗对秋马铃薯生长和产量的影响[J]. 种子, 2019, 38(6): 88-90.
- [9] 席旭东, 姬丽君. 缓控释肥施用对旱作区全膜马铃薯生长及产量的影响[J]. 中国马铃薯, 2017, 31(2): 92-97.
- [10] 徐建飞, 金黎平. 马铃薯遗传育种研究: 现状与展望[J]. 中国农业科学, 2017, 50(6): 990-1015.
- [11] 曹占凤, 李亚杰, 毕真真, 等. GGE双标图在氮肥对马铃薯生长影响分析中的应用[J]. 中国马铃薯, 2017, 31(5): 283-289.
- [12] 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.
- [13] 汤金龙, 徐振, 丁兴民, 等. 不同氮肥施用量对马铃薯产量及品质的影响[J]. 生物灾害科学, 2017, 40(3): 205-208.
- [14] 付蓉, 朱爱玲. 不同肥料对马铃薯品质与产量的影响试验初报[J]. 农业科技与信息, 2021(14): 40-41.
- [15] 梁宁珠. 不同氮肥施用量与施肥方式对冬种马铃薯产量的影响[J]. 中国园艺文摘, 2013, 29(7): 26-28.