

云南省马铃薯冬季种植生态避病增产效果研究

巩 晨, 张红骥, 许永超, 杨梦平, 姜思羽, 宋双伟, 于德才*

(云南农业大学植物保护学院/农业生物多样性与病虫害控制教育部重点实验室/西南生物多样性重点实验室, 云南 昆明 650201)

摘 要: 云南省发展冬季马铃薯具有得天独厚的地理、气候和市场优势, 近些年种植面积不断扩大。自2012年起对云南省13个马铃薯种植区38个地点进行晚疫病病害发生情况及产量调查。经过统计分析, 结果表明冬季种植马铃薯晚疫病发病率低于25%, 较春季种植平均避病效果达到92%以上, 部分区域避病效果可达到100%, 不同冬作区避病效果存在差异。冬季种植平均产量可达2 400 kg/667m², 显著高于春季种植1 500 kg/667m², 增产可达60%以上。云南省利用冬季种植马铃薯可有效避开晚疫病的发生, 使马铃薯增产效果明显, 为云南省开展冬季生态种植生产无公害马铃薯奠定理论基础。

关键词: 冬季种植; 病害调查; 产量调查; 避病效果

Effects of Winter Potato Cultivation on Disease Escape and Yield Increase in Yunnan Province

GONG Chen, ZHANG Hongji, XU Yongchao, YANG Mengping, JIANG Siyu, SONG Shuangwei, YU Decai*

(College of Plant Protection, Yunnan Agricultural University/Key Laboratory for Agro-bio Diversity and Pest Control, Ministry of Education/State Key Laboratory for Conservation and Utilization of Bio-resources in Yunnan, Kunming, Yunnan 650201, China)

Abstract: In recent years, winter potato areas of Yunnan Province are increasing gradually due to its geography, climate and market advantages. To compare the effects of potato cultivation in different seasons in Yunnan Province, the research group had carried out a survey of incidence of late blight disease and yield for 38 places of 13 potato planting areas since 2012. Incidence of potato late blight in winter planting was below 25%, and average avoiding disease effect was over 92% compared to spring planting. Meanwhile, different avoiding disease effects were showed in winter potato planting areas, with effect being 100% in some places. The average yield of potato was up to 2 400 kg/667m² in winter planting, significantly higher than that in spring planting (1 500 kg/667m²), and yield increase was 60% more than spring planting. Therefore, winter planting potato could effectively avoid the incidence of late blight and increase yield. This research establishes a theoretical foundation for planting pollution-free potato in Yunnan Province.

Key Words: winter planting; disease investigation; yield investigation; avoiding disease effect

马铃薯原产于南美洲安第斯山区, 栽培历史悠久, 目前已在世界各地广泛种植。在世界范围内, N 23°~N 34°的地区多为冬作马铃薯种植区,

约占世界马铃薯种植面积的19%^[1]。目前, 中国南方马铃薯冬作区产量占全国马铃薯产量的8%^[2,3]。据报道, 目前中国冬作区马铃薯产量高于大春种

收稿日期: 2016-09-27

基金项目: 云南省省级农业产业化专项资金(云农财[2002]293号)。

作者简介: 巩晨(1989-), 男, 硕士研究生, 主要从事马铃薯病害防治研究。

*通信作者(Corresponding author): 于德才, 副研究员, 主要从事马铃薯有害生物生态治理及耕作栽培研究, E-mail: 459025316@qq.com。

植^[4-7], 其中福建省冬种马铃薯产量平均在 1 500~2 000 kg/667m², 最高可达 5 000 kg/667m²; 广东省惠东县马铃薯产量在 1 500 kg/667m²左右, 江西省冬种马铃薯平均产量在 1 000~1 500 kg/667m²^[8]。云南省低热河谷、坝子和丘陵山地, 气候多属南亚热带及部分北热带气候, 适宜马铃薯种植。云南农业大学马铃薯有害生物生态治理课题组于 2013 年在云南省建水县试验田种植的马铃薯产量达到 5 500 kg/667m², 因此云南省发展冬种马铃薯具有较大潜力。

马铃薯晚疫病是全世界普遍发生的一种毁灭性病害, 病害发生和流行受环境影响极大。当环境温度在 16~22 ℃, 且相对湿度达到 95%以上时晚疫病易发生, 而持续高湿、多雾、多露条件下晚疫病易大面积流行^[9,10]。云南省马铃薯冬种区温度适宜, 降雨量少, 能够有效避开晚疫病发病条件, 保证马铃薯产量。本研究对云南省 13 个种植区进行产量和病害调查, 分析马铃薯冬种避病增产效果, 为云南省开展冬季生态种植提供依据, 也为高产避病机理研究奠定基础。

1 材料与方法

1.1 调查品种

试验调查品种为‘丽薯 6 号’。

1.2 病害调查方法

试验于 2012~2016 年对云南省 13 个马铃薯主要种植区 38 个地点进行马铃薯晚疫病病害调查, 调查时间为植株的盛花期。调查方法采用 5 点取样田间调查法和大数据搜集法, 对各地晚疫病的发病率进行评价。马铃薯晚疫病发病率田间病害调查方法参照《植病研究方法》^[11], 记录发病植株的数量和正常植株的数量, 计算发病率。

发病率(%) = 马铃薯晚疫病发病株数/马铃薯总株数 × 100

病情指数调查采用 5 点取样法, 在每个点取 10 株, 分别调查马铃薯全部叶片的发病级数, 按照 CIP 分级标准进行分级评价。

病情指数 = $\sum(\text{各级病叶数} \times \text{各级代表值}) / (\text{调查总叶数} \times \text{最高级代表值}) \times 100$

调查地点概况见表 1。

表 1 病害调查地点
Table 1 Planting area of disease investigation

地区 Area	年平均气温(℃) Annual temperature	年降水量(mm) Annual precipitation	海拔(m) Altitude	调查年份 Survey year	调查季节 Survey season
红河州 Honghe	19.0	810~2 280	1 414	2012~2014	冬季
版纳州 Banna	21.0	1 200~1 900	1 015	2014~2016	冬季
临沧市 Lincang	20.2	1 000~1 200	1 200	2013~2014	冬季
普洱市 Puer	18.5	900~1 000	1 400	2014~2016	冬季
文山州 Wenshan	19.0	700~800	1 260	2014	冬季
昭通市 Zhaotong	16.0	600~1 230	1 950	2013~2014	春季
丽江市 Lijiang	12.7	900~950	2 240	2013~2015	春季
曲靖市 Qujing	14.5	1 000	2 200	2013~2014	春季
大理州 Dali	14.2	700~720	2 700	2014~2015	春季
德宏州 Dehong	19.4	1 500~1 700	1 700	2015~2016	冬季
昆明市 Kunming	16.5	1 450	2 387	2015	春季
玉溪市 Yuxi	16.0	800~950	1 800	2016	春季
怒江州 Nujiang	15.0	1 000~1 700	1 900	2014~2015	春季

1.3 产量调查方法

在马铃薯种植区内选取3个不同的小区, 每个小区均采用5点法^[12]取样, 每点100株薯块称重, 计算5个地块的平均产量(产量/面积), 再计算总产量。

产量(kg/667m²) = 小区实际收获产量/小区面积 × 667

增产率(%) = (冬季单位面积产量 - 春季单位面积产量)/春季单位面积产量 × 100

1.4 不同种植时间对避病效果的影响

在云南省西双版纳试验区设置不同播期试验, 3个播种时间处理分别为10月29日、11月28日和1月15日, 在收获期调查病害发生情况, 分析不同播期对避病效果的影响。

1.5 统计分析

对冬季种植避开晚疫病发生的效果定义为避病效果(Avoiding disease effect, ADE), 对减轻病害发生的严重程度定义为病害减轻度(Control effect, CE), 公式如下:

避病效果(%) = (对照发病率 - 处理发病率)/对照发病率 × 100

病害减轻度(%) = (对照病情指数 - 处理病情指数)/对照病情指数 × 100

数据整理和分析在Excel 2007软件下完成, 采用SPSS V18.0和OriginPro 8软件进行方差分析和制图。

2 结果与分析

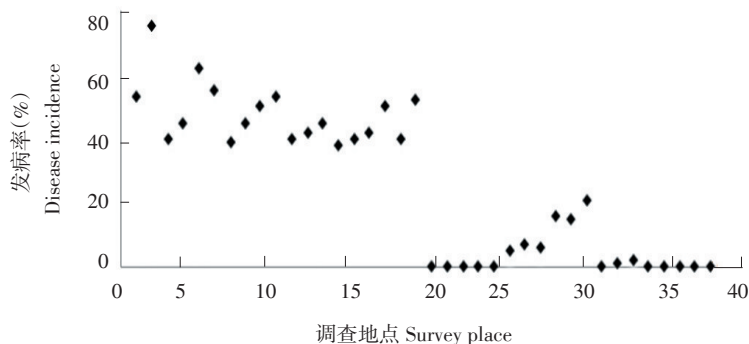
2.1 云南省马铃薯种植区晚疫病发病率调查

本研究于2013~2016年在不同季节对云南省马铃薯主要种植区昆明、大理、红河、怒江等13个州市38个地点进行病害调查。调查结果表明(图1), 不同地点种植马铃薯晚疫病发生存在差异。但整体分析发现春作区在7、8月马铃薯花期降雨量较大, 导致发病严重, 各地点发病率均高于40%, 年际间受降雨影响变化明显。冬作区晚疫病发生较轻, 大部分地区发病率为0, 仅在低纬度地区由于花期有少量降水, 导致病害发生, 且发病率不超过25%, 年际间变化不大。

通过对不同地区发病率比较发现(图2), 春作区昭通市、丽江市、玉溪市发病率较高, 但各地发病率差异不明显。冬作区红河州、临沧市和德宏州晚疫病发病率均为0, 文山州发病率约为1%, 普洱市和版纳地区发病率均不超过20%, 因此冬季种植马铃薯发病率明显低于春季种植。

2.2 冬季马铃薯避病效果

通过对云南省马铃薯晚疫病的调查发现, 冬作发病率显著低于春作, 冬作平均发病率为3.8%, 春作平均发病率为47.7%, 冬季避病效果达到了92.03%。通过对病情指数调查发现冬作病害的严重程度为1.17, 而春作达到了5.62, 利用冬季种植可以使晚疫病减轻79.20%, 避病效果明显(表2)。



横坐标0~38代表38个不同的调查地点。

0-38 representative 38 different survey places.

图1 云南省不同地点晚疫病发生情况调查

Figure 1 Incidences of potato late blight in different places surveyed of Yunnan Province

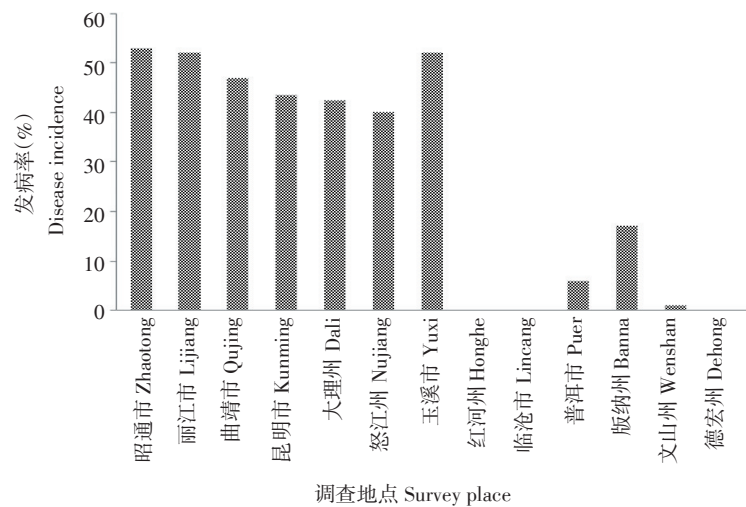


图2 云南省马铃薯种植区晚疫病发生情况

Figure 2 Incidences of potato late blight in different planting areas of Yunnan Province

表2 冬季马铃薯避病效果研究

Table 2 Avoiding disease effect (ADE) in winter potato

处理 Treatment	发病率(%) Disease incidence	避病效果(%) ADE	病情指数 Disease index	病害减轻度(%) Control effect
春作(对照) Spring (control)	47.7 ± 0.021 a	—	5.62 ± 0.12 a	—
冬作(处理) Winter (treatment)	3.8 ± 0.014 b	92.03	1.17 ± 0.05 b	79.20

注：平均值后为标准差。
Note: Number following treatment means is standard deviation.

2.3 冬种马铃薯不同种植纬度避病效果

冬季不同地区马铃薯避病效果存在差异(图3),在德宏州,文山州、建水县和石屏县种植区晚疫病发病条件不适宜,晚疫病发病率几乎为零,避病效果达到100%。随着纬度降低,双江县种植区晚疫病有所发生,但与大春相比避病效果达到了98%,与德宏州、文山州、石屏县、建水县差异不显著,但显著高于普洱县和版纳地区。随着纬度继续降低,晚疫病发生率有明显增加,普洱县避病效果可达87%,显著高于版纳地区,而显著低于其他种植区。版纳是云南省纬度最低地区,马铃薯晚疫病有一定程度发生,该地区利用冬闲田种植马铃薯,与省内春种马铃薯发病相比,避病效果也可达到64%,因此避病效果与纬度相关性较强,且决定系数 $r^2 = 0.9265$ 。

2.4 冬种马铃薯不同种植时间避病效果

不同种植时间避病效果研究试验选择在西双版纳进行,该地区雨季结束较晚易引起烂种现象,因此该地区筛选适宜的播种时间具有较好的应用价值。试验设3个播种时间处理(图4),分别是10月29日、11月28日和1月15日,结果表明(图4)不同时间种植马铃薯,晚疫病的发生存在明显差异,因此避病效果也存在明显差异。其中播种较早的处理10月29日在开花期正好遇上雨季,利于病害的发生和蔓延,避病效果只达到了16%,病害严重度为3.5级,而种植较晚的马铃薯在苗期抗性较强,有效避开了晚疫病的发生,避病效果达到了100%。因此冬作区种植马铃薯,其避病效果与播种时间有很大的关系,建议在11月末后进行种植。

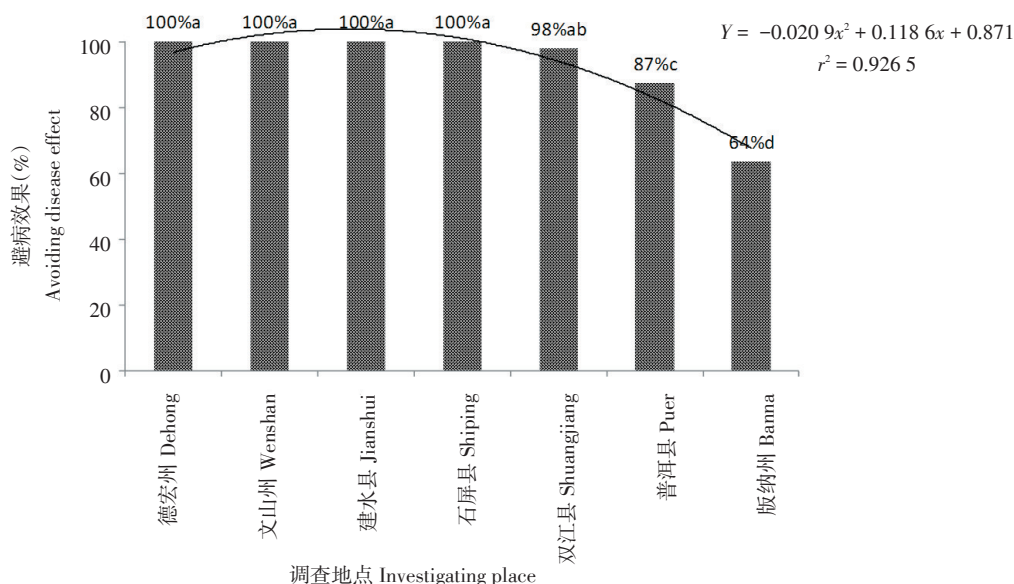


图3 冬季种植区避病效果

Figure 3 Avoiding disease effect of potato planted in winter

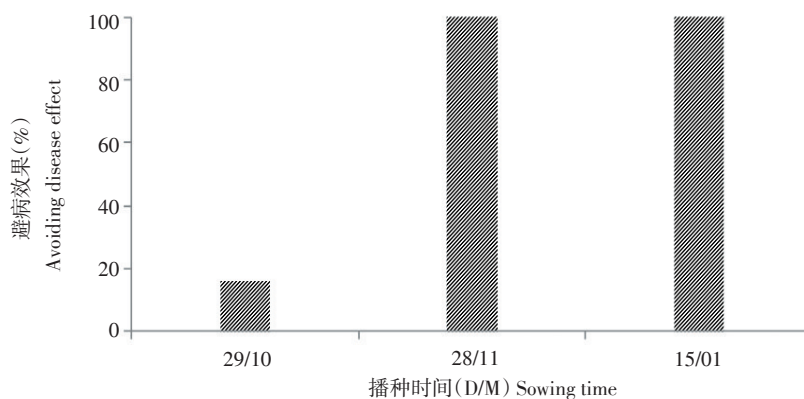


图4 不同播种时间避病效果

Figure 4 Avoiding disease effect in different sowing time

2.5 冬季种植对马铃薯产量的影响

冬季种植马铃薯产量明显高于春季(图5), 冬季调查地点产量平均为2 400 kg/667m², 春季平均产量为1 500 kg/667m², 冬季产量是春季的1.6倍, 增产达到了60%。这主要是由于春节种植雨水大, 晚疫病发生严重, 极大影响马铃薯的生长和产量, 而冬季晚疫病很少发生, 植株能够极大发挥产量优势, 因此利用冬季进行生态种植即可以减少病害发生, 提高马铃薯产量。

2.6 不同冬作种植区产量差异分析

冬作区不同地点产量存在差异, 但均高于春季种

植的平均产量(表3)。红河地区产量为3 200 kg/667m², 显著高于其他地区; 文山为2 500 kg/667m²与双江2 675 kg/667m²的产量差异不显著, 版纳地区产量相对较低为1 575 kg/667m², 与春季产量平均值1 500 kg/667m²相比, 冬季增产效果明显, 红河地区增产最高为113.3%, 显著高于其他地区, 其次是文山和双江, 分别增产66.7%和78.3%。德宏和普洱地区增产也为43.3%和46.7%, 仅版纳地区增产显著低于其他地区仅为5%。冬作不同种植区间增产效果存在显著差异。

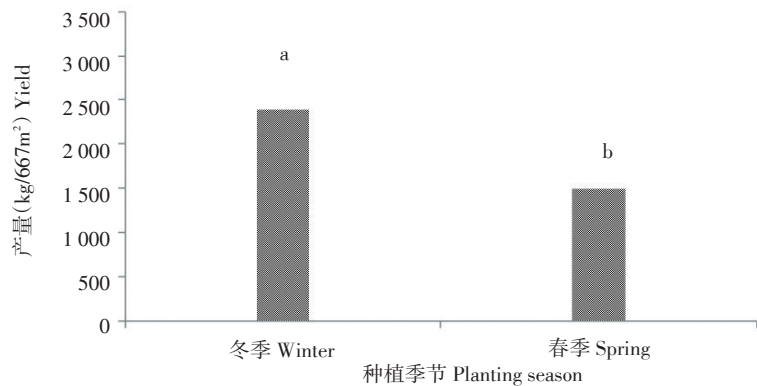


图5 春冬两季马铃薯产量对比

Figure 5 Potato yield comparison between spring and winter planting seasons

表3 不同冬作种植区产量差异分析

Table 3 Analysis of potato yield in different winter planting areas

季节 Season	地点 Planting area	产量(kg/667m ²) Yield	较春季增产(%) Increased percentage compared with spring
冬季 Winter	红河	3 200 ± 141 a	113.3 ± 8.3 a
	文山	2 500 ± 82 b	66.7 ± 5.4 b
	双江	2 675 ± 126 b	78.3 ± 9.4 b
	德宏	2 150 ± 173 c	43.3 ± 11.5 c
	普洱	2 200 ± 141 c	46.7 ± 9.4 c
	版纳	1 575 ± 250 d	5.0 ± 16.7 d

3 讨 论

马铃薯晚疫病是马铃薯产业发展的瓶颈,目前防治主要以抗性育种和化学防治为主^[13],然而高产、抗性持久的品种选育困难,同时化学防治存在3R(抗性 resistance、再猖獗 resurgence 和残留 residue)等亟待解决的难题,也使其应用受到限制。本研究以生态防控为基础,调查分析云南省马铃薯冬季种植生态避病增产效果。研究对云南省13个马铃薯种植区病害发生情况进行调查,结果发现冬季种植可有效避开晚疫病的发生,避病效果可达64%~100%,且不同纬度冬种区避病效果存在差异,这与目前研究结果一致^[14]。由于马铃薯晚疫病是一种气象型病害,目前研究认为随着纬度、海拔及种植季节的不同,马铃薯晚疫病的发生时间和

发病特点也有所不同^[15]。其中降雨及湿度是晚疫病发生流行的首要条件,当田间湿度在70%以下时,即使在最适的温度条件下,病害也很难发生。本研究认为云南省冬种区冬季空气湿度较低,尤其在植株进入现蕾期以后,空气湿度均低于70%,不利于病菌的萌发和繁殖,病菌长期处于休眠状态,不会引起病害的发生和流行,因此利用冬季生态避病种植生产无公害马铃薯具有良好的发展前景。

不同生态条件对马铃薯植株生长和薯块形成具有一定影响^[16],研究发现云南省冬作区马铃薯平均产量接近2 400 kg/667m²,明显高于春季。这主要是由于云南省冬季平均温度在10~20℃,昼夜温差大利于薯块膨大,较低的夜温也有利于茎叶同化产物向块茎运转^[17]。同时云南省冬季降雨量较少,基本为灌溉农业,因此合理灌溉施肥可保证植株整个

生育期的长势旺盛, 为高产提供保障。而春季种植晚疫病发生较重, 且该季节降雨量大、持续时间长, 温度较高不利于薯块膨大, 因此产量受到限制。研究也发现云南省冬季马铃薯产量较其他冬种省份产量偏高, 这可能也是受到冬季环境因子影响, 其冬季降雨量少, 霜冻轻和基本无霜冻都是保证高产稳产的优势条件。但由于冬季播种时可能降雨结束晚易出现烂种现象, 因此选择适宜播种时间尤为重要。

[参 考 文 献]

- [1] 刘洋, 高明杰, 何威明, 等. 世界马铃薯生产发展基本态势及特点 [J]. 中国农学通报, 2014, 30(20): 78-86.
- [2] Walker T S, Schmiediche P E, Hijmans R J. World trends and patterns in the potato crop: An economic and geographic survey [J]. Potato Research, 1999, 42(2): 241-264.
- [3] 米健, 罗其友, 高明杰. 南方冬作区马铃薯增产潜力与适度规模 [J]. 安徽农业科学, 2011, 39(9): 5124-5127, 5174.
- [4] 米健, 罗其友, 高明杰. 南方冬作区马铃薯发展趋势、区域格局与增产潜力 [J]. 中国农业资源与区划, 2012, 33(3): 73-79.
- [5] 罗其友, 刘洋, 高明杰, 等. 中国马铃薯产业现状与前景 [J]. 农业展望, 2015, 11(3): 35-40.
- [6] 曹先维, 张新明, 陈洪, 等. 南方冬作区马铃薯产业发展现状和技术特点及需求分析 [M]//屈冬玉, 陈伊里. 马铃薯产业与小康社会建设. 哈尔滨: 哈尔滨地图出版社, 2014.
- [7] 《中国蔬菜》编辑部. 2013年全国各地蔬菜、西瓜、甜瓜、草莓、马铃薯播种面积和产量 [J]. 中国蔬菜, 2015, 1(1): 12.
- [8] 隋启君. 南方冬作区马铃薯考察报告 [J]. 中国马铃薯, 2012, 26(5): 311-313.
- [9] 池再香, 卢瑶, 肖钧, 等. 气象因子对马铃薯晚疫病发生规律的影响 [J]. 贵州农业科学, 2009(9): 69-71.
- [10] 袁军海. 我国马铃薯晚疫病的发生与防治 [J]. 南京农专学报, 2003, 19(2): 46-50.
- [11] 方中达. 植病研究方法 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.
- [12] 弓满良. 农作物的田间测产 [J]. 现代农业, 1984(8): 320-324.
- [13] 金光辉, 吕文河, 白雅梅, 等. 我国马铃薯抗晚疫病育种的研究进展及存在的问题 [M]//陈伊里, 屈冬玉. 马铃薯产业—更快更高更强. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2008.
- [14] 徐洪兰. 冬种马铃薯晚疫病发生特点及综合防治 [J]. 云南农业, 2011(1): 38-39.
- [15] 张宗波. 浅谈马铃薯晚疫病及其防治技术 [J]. 新农村: 黑龙江, 2014(12): 142.
- [16] 李欣. 不同生态条件对马铃薯主要性状的影响及遗传分析 [D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2013.
- [17] 刘淑娟, 孙红竹. 棚室蔬菜内在环境条件的要求与调控 [J]. 农学报, 2006(4): 42, 44.

欢迎订阅《中国马铃薯》杂志

《中国马铃薯》杂志是由东北农业大学和中国作物学会马铃薯专业委员会主办的国内唯一的马铃薯专业领域科技期刊。

它以繁荣中国马铃薯事业为办刊宗旨, 设有遗传育种、栽培生理、土壤肥料、病虫害防治、综述、产业开发、品种介绍等栏目。

本刊国内外公开发刊, 双月刊, 大16开本, 每期定价12.00元, 全年72.00元, 哈尔滨市邮局发行, 全国各地邮局订阅, 邮发代号: 14-167。读者也可直接汇款至编辑部订阅。

本刊承揽广告业务, 欢迎各界广为利用。

通讯地址: 哈尔滨市东北农业大学《中国马铃薯》编辑部 邮编: 150030 电话: 0451-55190003