

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2024)01-0038-07

DOI: 10.19918/j.cnki.1672-3635.2024.01.005

小薯专用品种‘华薯16号’的结薯特性

王颖¹, 李晨曦¹, 夏军辉¹, 骆俊婷², 于斌武², 尹鑫², 宋波涛¹, 赵喜娟^{1,3*}

(1. 果蔬园艺作物种质创新与利用全国重点实验室/农业农村部马铃薯生物学与生物技术重点实验室, 华中农业大学, 湖北 武汉 430070; 2. 恩施州农业发展服务中心, 湖北 恩施 445000; 3. 湖南农业大学农学院, 湖南 长沙 410128)

摘要: ‘华薯16号’是小薯专用品种, 具有小薯率高、食味优等诸多优良特性, 明确其结薯特性有利于提高‘华薯16号’产量和品质。小薯品种‘华薯16号’和常规品种‘华薯1号’为试验材料, 重点观测单株块茎数、主茎数、单株块茎鲜重等指标动态变化。相比‘华薯1号’, 小薯品种‘华薯16号’干物质积累延后, 植株更繁茂; 整个生育期内‘华薯1号’和‘华薯16号’单株平均结薯数分别为5个和18个, ‘华薯16号’单株结薯数较多原因是其具有较多主茎数。‘华薯16号’生育期长, 为提高小薯率可适当提前收获。

关键词: 马铃薯; 结薯特性; 小薯; 结薯数; 华薯16号

Tuber Formation Characteristics of Special Small Potato Variety 'Huashu 16'

WANG Ying¹, LI Chenxi¹, XIA Junhui¹, LUO Junting², YU Binwu², YIN Xin², SONG Botao¹, ZHAO Xijuan^{1,3*}

(1. National Key Laboratory for Germplasm Innovation and Utilization of Horticultural Crops/Key Laboratory of Potato Biology and Biotechnology, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei 430070, China;
2. Enshi Agricultural Development Service Center, Enshi, Hubei 445000, China;
3. College of Agronomy, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128, China)

Abstract: 'Huashu 16' is a specialized variety for small potato production with many excellent characteristics such as a high small potato yield and good taste. Clarifying its tuber formation characteristics is beneficial for further improving the yield and quality of 'Huashu 16' in production. In this study, both 'Huashu 16', and 'Huashu 1', a conventional variety, were used as test materials, and the dynamic changes of indicators such as number of tubers per plant, number of main stems, and fresh weight of tubers per plant were closely observed. In comparison to 'Huashu 1', the small potato variety 'Huashu 16' had delayed dry matter accumulation and stronger plant vigor. On average, there were five tubers per plant for 'Huashu 1' and 18 tubers per plant for 'Huashu 16' throughout the entire reproductive period. The reason for the higher tubers per plant in 'Huashu 16' lied in more main stems. Additionally, 'Huashu 16' had longer growth period, and to increase the small potato yield, early harvesting is recommended.

Key Words: potato; tuber formation characteristic; small potato; tuber number; Huashu 16

收稿日期: 2023-11-11

基金项目: 湖北省支持种业高质量发展资金项目(鄂财农发函[2022]58号)。

作者简介: 王颖(2001-), 女, 硕士研究生, 从事马铃薯块茎发育研究。

*通信作者(Corresponding author): 赵喜娟, 博士, 研究方向为马铃薯遗传育种, E-mail: Zhaoxijuan@hunau.edu.cn。

马铃薯是世界第四大粮食作物^[1]。谢从华和柳俊^[2]推测马铃薯于1423年引入中国, 经多年种植发展出4个生产区域, 不同生产区间还因气候和饮食习惯差异, 发展出各具地方特色的马铃薯产业。不同于传统马铃薯育种以高产为主要目标^[3], 位于马铃薯南方二季作区的恩施土家族苗族自治州, 以小薯作为恩施马铃薯特色产业, 种植历史悠久, 极富特色, 畅销多地, 其价格也高于全国马铃薯平均价格3倍以上^[4]。恩施小薯常用品种为‘米拉’, 其口感出众, 但有产量低、芽眼深、加工难等问题, 市场长期供不应求^[5], 极大限制小薯鲜食与加工产业发展, 急需开展栽培技术及品种改良的相关研究。

马铃薯块茎大小受到多重因素影响, 相关研究表明控制钾肥施入, 增加磷肥、合理增加种植密度有利于中小薯形成^[6,7]。生产上通常采用增加种植密度、提早收获等方式来获得更多小薯。但用种量增加, 无法发挥品种原有生产潜力, 使生产成本提高。

‘华薯16号’为农业农村部马铃薯生物学与生物技术重点实验室于2022年登记的小薯专用品种, 该品种小薯率高、食味佳, 单株薯重422.5 g, 平均单薯重40 g, 兼具高产、易加工、黄皮黄肉等诸多优良性状。本研究重点观测‘华薯16号’的生长发育和结薯规律, 对探明小薯高产栽培技术、指导高产优质小薯生产、提高农民收入具有重要意义。

1 材料与方 法

1.1 材料与试验设计

试验利用小薯品种‘华薯16号’与常规品种‘华薯1号’作比较试验, 研究‘华薯16号’独特的结薯特性。

试验于华中农业大学黄土坡基地进行。试验小区面积为3 m × 1.1 m, 每个品种种植10个小区。2022年12月26日播种, 种植密度为6 000株/667m², 正常田间管理, 2023年5月25日收获。

1.2 试验方法

1.2.1 取样方法

出苗后30 d观察到‘华薯16号’和‘华薯1号’

块茎开始膨大, 进行第一次取样, 在出苗后37、44、51、58、65、72、79 d分别对‘华薯16号’和‘华薯1号’取样。采用随机取样法, 每次随机在各小区内选取6株, 2株为一个重复, 共3个重复, 每株取样时全株取出后编号分袋处理。

1.2.2 样品处理

样品取回后洗净, 统计株高、茎粗、主茎数、单株块茎数、单株块茎鲜重、整株鲜重。各指标测定方法为^[8]:

株高: 植株地上部最高主茎基部至生长点的高度。

茎粗: 植株地上部最粗主茎距地面10 cm处横茎。

主茎数: 从种薯芽眼直接长出地面形成的茎(不包括地下匍匐茎形成的茎)的数量, 单位为个, 精确到整数位。

单株块茎数: 收获后顶端膨大部分至少是匍匐茎直径两倍时, 认为是一个块茎, 这些块茎的数量记做块茎数。

单株块茎鲜重: 将块茎从匍匐茎摘下后, 泥土洗净再晾干水分称量总重。

整株鲜重: 整个植株洗净泥土后晾干水分再称重。

小薯率按照单个块茎重进行分级, 将块茎分为1级(< 50 g)、2级(50~100 g)、3级(100~150 g)、4级(> 150 g), 其中1级薯称之为小薯, 1级薯数占总薯数的比值即为小薯率。块茎在105℃杀青30 min后80℃恒温烘干, 再称量得干重。

1.2.3 数据处理

试验数据利用Excel 2021软件进行统计与处理。

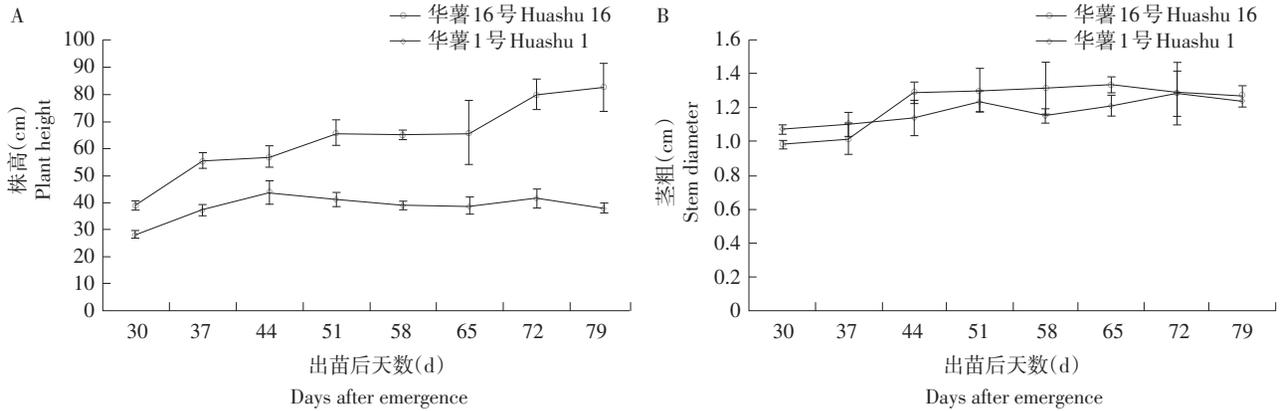
2 结果与分析

2.1 地上部生长变化规律

‘华薯16号’株高在生育期内一直保持增长, 最大值为82.9 cm, 茎粗在出苗后65 d达最大值1.3 cm(图1)。从生长速度看, 株高在出苗后30~37 d和出苗后65~72 d增速较快, 茎粗则在出苗后37~44 d增速最快。出苗后65~72 d因遭受持续阴

雨天气, 雨水充沛下株高不断增高, 结合田间观察发现, ‘华薯16号’主茎已无法保持直立生长, 地上部倒伏情况较为普遍, 茎粗则在遭遇降雨后,

随主茎快速生长而变细。‘华薯1号’(图1)在出苗后44 d和72 d分别达到株高和茎粗最大值, 整个生育期内变化不大, 整体株高均低于‘华薯16号’。



注: 误差线为标准差。下同。
Note: Error bar is standard deviation. The same below.

图1 ‘华薯16号’和‘华薯1号’地上部形态变化
Figure 1 Changes in above ground morphology of 'Huashu 16' and 'Huashu 1'

2.2 块茎动态发育

在每次取样时根据单个块茎重进行分级(表1), 根据统计结果显示, 出苗后30~44 d处于块茎形成初期, 此时块茎刚刚形成, 个数较多但重量小。出苗后44 d时‘华薯1号’已有大于100 g的块茎形成, 而‘华薯16号’只有1个大于50 g块茎。在出苗后44~65 d整个发育期内, 大薯数目逐渐增多, ‘华薯16号’1级、2级薯数高于‘华薯1号’,

‘华薯1号’3级、4级块茎数多于‘华薯16号’(出苗后65 d的3级薯数除外)。到块茎发育后期, ‘华薯16号’大薯数有所增加, 但小薯仍旧占多数。出苗后72 d, ‘华薯16号’小薯率达80.70%, 结合图2中单株结薯数同样升高的现象可知, 此时期有较多块茎形成。但在出苗后79 d收获时, 小薯率下降近50%, 单株结薯数也下降至块茎形成期平均水平。



图2 ‘华薯16号’和‘华薯1号’块茎动态发育
Figure 2 Dynamic development of tubers of 'Huashu 16' and 'Huashu 1'

表1 ‘华薯16号’和‘华薯1号’生育期单株各级平均结薯数

Table 1 The average number of tubers per plant in various grades during the growth period of 'Huashu 16' and 'Huashu 1'

出苗后 天数(d) Days after emergence	小薯率(%) Small potato percentage		1级薯数(个) Number of the first grade potatoes (No.)		2级薯数(个) Number of the second grade potatoes (No.)		3级薯数(个) Number of the third grade potatoes (No.)		4级薯数(个) Number of the fourth grade potatoes (No.)	
	华薯16号 Huashu 16	华薯1号 Huashu 1	华薯16号 Huashu 16	华薯1号 Huashu 1	华薯16号 Huashu 16	华薯1号 Huashu 1	华薯16号 Huashu 16	华薯1号 Huashu 1	华薯16号 Huashu 16	华薯1号 Huashu 1
	30	100±0	100±0	19.17±2.66	4.67±0.24	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
37	100±0	100±0	14.67±1.25	6.17±0.94	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
44	98.61±0.02	86.81±8.39	17.50±1.47	6.33±1.55	0.17±0.24	0.50±0	0±0	0.17±0.24	0±0	0±0
51	87.40±0.07	55.69±10.09	16.50±3.74	4.17±0.477	2.50±1.08	1.17±0.62	0±0	0.17±0.24	0±0	0.33±0.24
58	68.68±3.84	66.97±4.62	12.17±1.65	6.67±1.25	5.50±1.78	1.50±0.71	0.17±0.24	0.50±0.71	0±0	0.33±0.47
65	69.69±1.59	26.39±9.82	11.17±2.72	2.50±1.08	3.83±0.47	1.33±0.62	0.83±0.47	0.33±0.47	0±0	0.67±0.24
72	80.70±0.76	26.67±9.43	18.00±0.41	3.33±0.94	2.00±0.41	1.17±0.24	1.67±0.24	1.17±0.62	0.17±0.24	0.67±0.62
79	44.33±7.93	33.89±1.96	8.51±0.71	3.83±1.70	7.00±1.08	1.00±0.41	1.67±1.31	1.33±0.47	0.83±0.24	0.83±0.24

注: 数据为平均值±标准差。

Note: Data are expressed as mean±standard deviation.

‘华薯16号’与‘华薯1号’干物质变化规律相似(图3A), 出苗后44 d两品种均为最低值, 收获前干物质含量达最大值。在出苗后51~65 d, 两品种干物质含量差异不大且保持稳定。在块茎发育中后期, ‘华薯16号’和‘华薯1号’干物质含量有减少趋势, 此时虽产量快速增加, 但干物质含量较低。收获

前, 块茎干物质含量均达到最大值, 但‘华薯16号’干物质积累时期较‘华薯1号’出现晚。

在块茎与植株整体鲜重占比中(图3B), ‘华薯16号’和‘华薯1号’块茎鲜重占比变化趋势是随生育期的延长而增加, 但在出苗后72 d时‘华薯16号’块茎占植株鲜重比值下降。

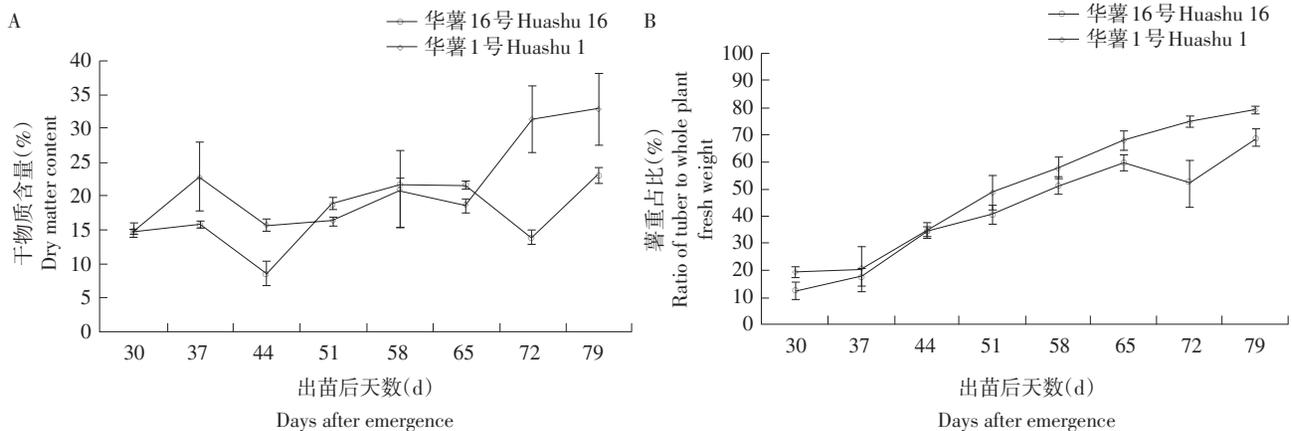


图3 ‘华薯16号’和‘华薯1号’块茎干物质含量与薯重占比

Figure 3 Dry matter content of tubers and ratio of tuber to whole plant fresh weight in 'Huashu 16' and 'Huashu 1'

2.3 单株结薯数与单主茎结薯数变化

‘华薯16号’在出苗后30 d时, 匍匐茎顶端膨大个数较多, 但30~37 d呈下降趋势(图4A)。出苗后37~51 d处于块茎形成期, 单株结薯数较稳定。出苗后65 d, ‘华薯16号’单株结薯数小幅下降, 出苗后72 d达生育期内最大值, 但成熟期单株结薯数又回落到块茎形成期水平。从整个生育期来看, ‘华薯16号’单株结薯数保持在15个以上, 最高达22个, 平均为18个, 而‘华薯1号’单株结薯数在整个生育期内变化幅度较小, 平均为5个

(图4A)。

单主茎结薯数统计结果表明(图4B), ‘华薯16号’和‘华薯1号’单主茎结薯动态变化规律较一致, 分别在出苗后44 d和出苗后65 d出现较大变化。但是‘华薯16号’主茎数总体多于‘华薯1号’, 在整个生育期内‘华薯1号’主茎数是1个, 而‘华薯16号’均值都在3个以上(图4C)。在单主茎结薯数大致相同基础上‘华薯16号’具有更多的结薯数, 说明‘华薯16号’和‘华薯1号’结薯数差异主要由主茎数导致。

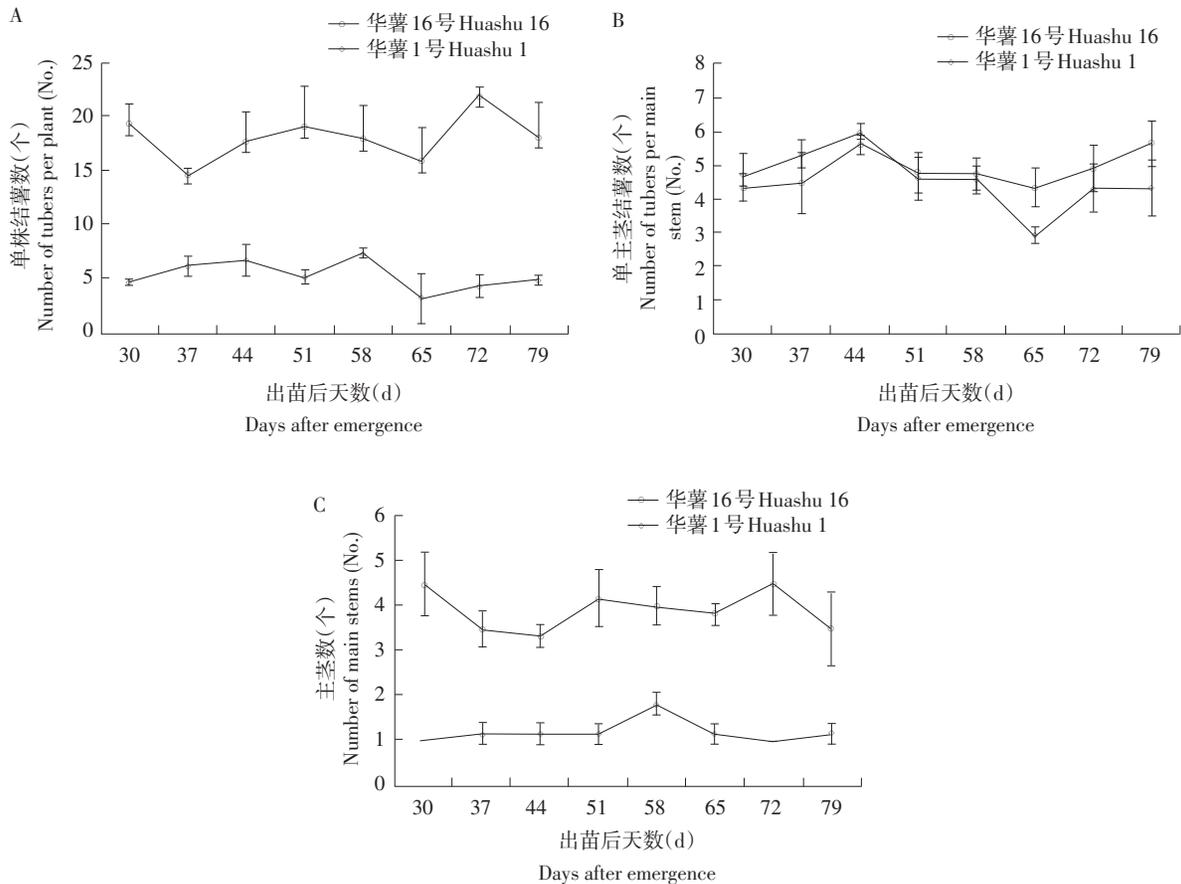


图4 ‘华薯16号’和‘华薯1号’单株结薯数、单主茎结薯数与主茎数

Figure 4 Number of tubers per plant, number of tubers per main stem, and number of main stems in ‘Huashu 16’ and ‘Huashu 1’

3 讨论

3.1 提高‘华薯16号’单株结薯数的生产措施

‘华薯16号’在出苗后37 d, 块茎数出现下降

趋势, 这是因部分先端停止发育成块茎, 造成结薯数下降。因块茎膨大需持续供应糖分, ‘华薯16号’在初步形成块茎时糖分合成能力较弱, 无法满足全部块茎膨大所需糖分, 使部分块茎因糖分不足而停

止发育^[9]。块茎发育初期受叶面积指数和淀粉合成影响较大^[10], 为提高结薯数, 可在块茎形成初期采取提高土壤湿度^[11]、外源激素处理^[12]、追施钾肥和钙肥^[13]等措施。‘华薯16号’在整个生育期内单株结薯数均多于‘华薯1号’, 但是单主茎结薯数差异不大, 说明‘华薯16号’结薯数多主要取决于主茎数较多, 在生产上可考虑打破块茎顶端优势获得更多主茎数来增加结薯数。

在出苗后65~72 d, ‘华薯16号’出现株高增加、单株结薯数增多、小薯率提升、块茎鲜重占比下降和块茎干物质含量降低的现象。结合田间观察, 出苗后65~72 d时武汉市遭遇持续降雨天气, 推测‘华薯16号’正处于生育中期, 受降雨影响较大, 所以出现上述变化^[14], 而‘华薯1号’已处于生育后期, 受水分影响较小, 生产上可在生育中期(出苗后65~72 d时)适当浇水, 提高‘华薯16号’的单株结薯数和小薯率。

整个生育期内‘华薯16号’地上部植株均比‘华薯1号’繁茂, 直至出苗后79 d前‘华薯1号’已成熟, 而‘华薯16号’到出苗后79 d仍植株茂盛。在小薯实际生产中, 为获得更多结薯数和更高小薯率, 可适当控制‘华薯16号’地上部分长势, 将更多养分供应块茎生长。在生产中可通过激素控旺, 降低地上部占比, 在收获前期保持适度干旱以达到提前收获的目的。

3.2 ‘华薯16号’品种特性与市场潜力

本实验室前期在武汉市进行‘华薯16号’品种比较试验, 结果表明该品种出苗整齐, 播种55 d后进入出苗期, 出苗后39 d到现蕾期, 生育期70 d左右, 茎叶皆为绿色, 匍匐茎短, 结薯整齐均匀, 圆形薯, 黄皮黄肉, 薯皮光滑, 芽眼浅, 芽眼数中等, 块茎无二次生长、裂薯、空心 and 青头, 食味优, 平均折合产量达2 321 kg/667m², 较对照品种‘华薯1号’减产18.5%。‘华薯16号’属于专用小薯品种, 市场收购价高于大薯品种, 2023年5月在荆州地区大棚收购价16元/kg, 大棚产值可达5万元/667m², 相较于传统鲜食马铃薯产值提高2~3倍。

马铃薯作为中国第四大粮食作物, 产业多元化

有利于马铃薯产业健康发展。但国内关于小薯产业发展的研究甚少, 关于小薯专用品种选育更是鲜有报道。在以恩施土家族苗族自治州为代表的小薯产业中, 虽销售市场可观, 但因品种结构单一导致供应不足, 加工利用率低, 生产效益低下^[15]。‘华薯16号’作为小薯品种相较于常规品种具有主茎数多、植株更加繁茂和单株结薯数多等特点, 可通过适当提高催芽温度^[16]、增加种植密度、采用双垄种植、施用生物菌肥^[17]等田间措施, 提高单株主茎数, 在不影响产量前提下提高结薯数和小薯率。从块茎动态发育来看, 和‘华薯1号’发育区别主要表现在‘华薯16号’干物质积累和块茎膨大在发育期内较为延后, 其更多的主茎数形成了更多结薯数, 产量较对照组略低, 但小薯率更高。

[参 考 文 献]

- [1] Li X J, Martin-Pizarro C, Zhou L L, et al. Deciphering the regulatory network of the NAC transcription factor FvRIF, a key regulator of strawberry (*Fragaria vesca*) fruit ripening [J]. *The Plant Cell*, 2023, 35(11): 4020-4045.
- [2] 谢从华, 柳俊. 中国马铃薯引进与传播之辨析 [J]. *华中农业大学学报*, 2021, 40(4): 1-7.
- [3] 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.
- [4] 郑若良. 氮钾肥比例对马铃薯生长发育、产量及品质的影响 [J]. *江西农业学报*, 2004, 16(4): 39-42.
- [5] 田静儂. 密度调控对马铃薯块茎大小分布及养分积累的影响 [D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2018.
- [6] 罗其友, 高文菊, 吕健菲, 等. 2021—2022年中国马铃薯产业发展形势分析 [M]//金黎平, 吕文河. 马铃薯产业与种业创新. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 2022: 15-18.
- [7] 于斌武, 高剑华, 李雪晴, 等. 恩施州马铃薯产业高质量发展的理性思考 [M]//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: 19-26.
- [8] 刘喜才, 张丽娟, 张文英, 等. 马铃薯种植资源描述规范和数据分析 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- [9] Viola R, Roberts A G, Haupt S, et al. Tuberization in potato

- involves a switch from apoplastic to symplastic phloem unloading [J]. *The Plant Cell*, 2001, 13(2): 385-398.
- [10] 李俊, 钟英娜, 郭华春. 马铃薯叶面积与产量、品质关系研究 [J]. *中国马铃薯*, 2013, 27(1): 34-37.
- [11] 王彦宏, 刘福刚, 廉华, 等. 马铃薯高淀粉栽培研究进展 [J]. *中国马铃薯*, 2010, 24(1): 50-53.
- [12] 唐梦雪, 王克秀, 唐铭霞, 等. 外源激素及肥料调控对马铃薯雾培原原种生长和产量的影响 [J]. *西北农林科技大学学报: 自然科学版*, 2022, 50(11): 42-52.
- [13] 敖敏. 不同钾肥类型对马铃薯生长、产量及经济效益的影响 [J]. *农业科技通讯*, 2023(6): 118-121.
- [14] 刘战东, 肖俊夫, 于秀琴. 不同土壤水分处理对马铃薯形态指标、耗水量及产量的影响 [J]. *中国农村水利水电*, 2010(8): 1-3, 7.
- [15] 杨国才, 李大春, 郝苗, 等. 恩施州马铃薯周年供应概述及进展 [M]//金黎平, 吕文河. *马铃薯产业与绿色发展*. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 2021: 104-108.
- [16] 黄涛, 梅猛, 沈学善, 等. 催芽温度对紫色马铃薯种薯萌芽、植株生长和结薯大小分布的影响 [J]. *西南农业学报*, 2019, 32(12): 2752-2757.
- [17] 郭雨鑫. 生物源肥料对马铃薯生长、产量及品质的影响 [D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2018.