

## 栽培技术对马铃薯营养和食用品质的影响

傅童成<sup>1</sup>, 唐朝臣<sup>2</sup>, 焦大春<sup>3</sup>, 柯剑鸿<sup>1\*</sup>, 杨波华<sup>1</sup>,

周 见<sup>3</sup>, 杜伦静<sup>1</sup>, 岳 媛<sup>1</sup>, 彭 艳<sup>3</sup>, 唐 鑫<sup>3</sup>

( 1. 重庆市农业科学院, 重庆 401329; 2. 广东省农业科学院, 广东 广州 510640;

3. 重庆市石柱土家族自治县武陵山研究院, 重庆 石柱 409100 )

**摘 要:** 马铃薯是重要的粮食作物。目前马铃薯产业不仅需要实现高产量生产, 还需实现高品质生产。在大田栽培过程中, 马铃薯生长会受到多种因素的影响, 最终会影响产量和品质。总结了施肥、栽培技术、土壤类型、土壤温度和水分对马铃薯营养品质和加工食用品质的影响, 以期对马铃薯的高品质生产提供指导作用。

**关键词:** 马铃薯; 营养品质; 加工品质; 大田管理

## Cultivation Technique Influences on Nutritional and Edible Qualities of Potato

FU Tongcheng<sup>1</sup>, TANG Chaochen<sup>2</sup>, JIAO Dachun<sup>3</sup>, KE Jianhong<sup>1\*</sup>, YANG Bohua<sup>1</sup>,

ZHOU Jian<sup>3</sup>, DU Lunjing<sup>1</sup>, YUE Yuan<sup>1</sup>, PENG Yan<sup>3</sup>, TANG Xin<sup>3</sup>

( 1. Chongqing Academy of Agricultural Sciences, Chongqing 401329, China;

2. Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou, Guangdong 510640, China;

3. Wulingshan Academy of Chongqing Shizhu Tujia Autonomous County, Shizhu, Chongqing 409100, China )

**Abstract:** Potato is an important food crop. Realizing higher yield and higher quality are both essential for potato industry under present conditions. In field cultivation, the growth of potato is affected by various factors, which ultimately lead to effects on qualities and yields. This study summarized the effects of fertilization, cultivation technique, soil type, soil temperature and moisture on potato nutritional and edible qualities. This review could provide references for high quality potato production.

**Key Words:** potato; nutrient quality; processing quality; field management

马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)是茄科一年生草本植物, 全球有约13亿人以马铃薯为主粮, 一些国家也将其列为战略储备粮。中国马铃薯产业近年来呈现高速发展的态势, 种植面积和产量逐年增加,

种植面积从2007年的43.06万hm<sup>2</sup>逐渐增加至2016年的562.58万hm<sup>2</sup>, 马铃薯产量从2007年的1295.7万t逐渐增加至2016年的1947.9万t<sup>[1]</sup>。2015年, 农业部启动了马铃薯主粮化战略, 拟将马铃薯

收稿日期: 2020-10-14

基金项目: 重庆市技术创新与应用发展专项面上项目(cstc2020jscx-msxmX0043); 重庆市农业发展资金项目(NKY-2020AB015); 重庆市农业发展资金项目(NKY-2017AB009)。

作者简介: 傅童成(1988-), 男, 博士, 助理研究员, 从事作物栽培研究。

\*通信作者(Corresponding author): 柯剑鸿, 研究员, 主要从事作物遗传育种研究, E-mail: 120386080@qq.com。

纳入国家储备粮计划<sup>[2]</sup>, 目前中国马铃薯产量和播种面积较大的省(直辖市、自治区)是四川、贵州、甘肃、云南、内蒙古和重庆, 播种面积和产量分别在36.46万~79.78万 $\text{hm}^2$ 和126.6万~307.3万 $\text{t}^{[1]}$ 。

自2011年后, 中国马铃薯种植面积趋于稳定, 产量增长也逐渐变慢<sup>[1]</sup>。马铃薯产业从单纯强调产量, 逐渐转向高产和高品质双向发展<sup>[3,4]</sup>。马铃薯含有丰富的淀粉和氨基酸, 与大米、小麦、玉米一样, 非常适宜作为主食。此外, 马铃薯富含膳食纤维、维生素、矿物质等其他植物营养素, 是一种适宜当代人健康生活需求的食粮作物。为推动马铃薯主食化战略, 开发与马铃薯相关的加工产品, 需要全面了解栽培技术对马铃薯营养价值及加工品质的影响。

## 1 农艺因素影响马铃薯营养品质

马铃薯的营养品质指标主要包括块茎干物质含量、淀粉含量、还原糖含量、蛋白质含量等, 除了品种差异, 栽培技术和大田管理也影响马铃薯块茎营养品质<sup>[5,6]</sup>。

### 1.1 播期、密度与播前处理

播期是决定马铃薯干物质含量的重要因素, 主要取决于特定地区常规温度及土壤水分等特性, 对于马铃薯成熟度和干物质积累较为重要。各地马铃薯的适宜播期存在一定差异, 华北地区一般宜于4月中旬播种<sup>[7]</sup>, 华南地区一年可种植多季马铃薯, 大部分为11月中旬左右种植冬薯, 也有部分晚秋薯和春薯<sup>[8]</sup>。近年来的试验结果也表明, 在大多数情况下, 将播期适当提前, 可以有效增加马铃薯的块茎干物质及淀粉含量, 适当早播对于马铃薯的品质提升具有一定积极作用<sup>[7-12]</sup>。根据国外相关研究, 随着播期的延后, 马铃薯块茎干物质含量会减少, 推迟播期会减少结薯数、单薯重和薯块淀粉含量<sup>[13-15]</sup>。

种植密度直接影响马铃薯的结薯数、单薯重和产量。适宜生产商品薯的种植密度约为70 000~90 000株/ $\text{hm}^2$ , 此密度下的单株结薯数、商品薯率和产量都较高, 以121 200株/ $\text{hm}^2$ 种植适合生产种薯, 此密度下薯块较小<sup>[16-18]</sup>。除了种植密度外, 覆土高度也影响马铃薯的产量, 在干旱条件下, 将播种时覆土高度提高至20 cm左右时, 可有效提高商品薯率和产量, 间接降低生产成本<sup>[19]</sup>。

目前, 马铃薯生产主要采用种薯无性繁殖, 由于整薯播种用种量大, 将种薯切块可以降低生产成本, 但种薯切块又产生了芽位、伤口消毒(拌种)和生长势对马铃薯产量的影响<sup>[20]</sup>。樊祖立等<sup>[21]</sup>使用切块芽位+赤霉素(GA)催芽试剂浓度+薯块拌种方法研究了其对早熟马铃薯产量和其他性状的影响, 结果显示, 底部芽位切块的薯块产量明显高于顶芽切块薯块, 且使用浓度10 mg/L赤霉素催芽处理15 min后, 再使用草木灰+多菌灵+农用链霉素拌种, 可以显著提高马铃薯单产。此外, 播前拌种对于马铃薯病害的预防及产量增加有关键作用。最新研究<sup>[22]</sup>显示, 60%吡虫啉10 mL+66.85%霜霉威+氟吡菌胺10 mL+清水200 mL拌种薯15 kg可有效预防马铃薯晚疫病, 并比清水拌种增产33.10%; 采用浓度3%噻霉酮50.40 mL拌种100 kg种薯可有效预防马铃薯黑胫病, 较清水拌种可增产18.18%<sup>[23]</sup>。

### 1.2 土壤类型

马铃薯干物质产生受土壤持水能力、通气性和结构的影响, 这些因素单独或相互作用, 对马铃薯干重积累产生效应。例如, 多年来世界许多地区开展的对照研究表明, 同一地区, 与淤泥土、泥炭土和沼泽土种植的马铃薯对比, 疏松、含矿物质高的土壤能够产生较高的马铃薯干物质产量<sup>[24]</sup>。彭慧<sup>[25]</sup>通过试验发现, 施复合肥100 kg/667 $\text{m}^2$ 时, 紫色土中所生长的马铃薯薯块的干物质和氨基酸含量远高于河流冲积土、板页岩红壤、第四纪红土和石灰岩红壤。在美国纽约州西部, 种植在沙砾粉沙土上的10个马铃薯品种的干物质平均含量为22.31%, 高于种植于淤泥土或泥炭土上的品种, 后者平均淀粉含量为18.72%<sup>[26]</sup>。另外, 砂质土壤上种植的马铃薯果胶含量(0.455%~0.758%)也远低于泥炭土上种植的同品种, 块茎果胶含量低的马铃薯品种具有较好的烹饪品质<sup>[27]</sup>。

### 1.3 土壤水分和温度

土壤水分差异产生原因主要有灌溉、降雨、土壤类型、径流和蒸发。在较为湿润的地区, 马铃薯种植可选择只依赖降雨, 但在干旱和半干旱地区, 除了正常降雨外, 还需对马铃薯进行灌溉。但是, 过多的灌溉会导致马铃薯淀粉含量降低<sup>[28,29]</sup>, 块茎比重降低<sup>[30,31]</sup>。Smith和Nash<sup>[32]</sup>的试验结果表明, 在湿

润条件下, 于马铃薯生育期内3个月以喷灌方式灌水114.81 mm, 会导致马铃薯干物质含量从未灌溉的23.28%减少至22.46%。Yadav和Tripathi<sup>[33]</sup>的研究发现, 以有效水分25%、50%、75%进行灌溉时, 尽管较高土壤水分降低了块茎淀粉含量, 但是块茎比重没有受明显影响。

正常土壤水分条件下, 灌溉马铃薯在其基部含有较多的干物质。水分胁迫状态下, 马铃薯干物质分配和还原糖分布出现不均匀的情况, 基部淀粉损失, pH下降, 这是由于受水分胁迫影响, 马铃薯的根部顶端部位开始活跃生长, 并使用了来自基部的碳水化合物<sup>[34]</sup>。进一步研究发现, 在块茎发育初期, 水分胁迫会导致顶部和基部干物质分配量发生颠倒, 如果胁迫发生在块茎发育后期, 这种颠倒就不会发生, 与肥力水平相比, 水分胁迫对干物质的分配有更大的影响<sup>[35]</sup>。

马铃薯葡萄糖和淀粉含量在土壤温度为20~22℃时最佳, 温度再高就迅速下降<sup>[36]</sup>。除了灌溉对土壤水分含量的直接影响外, 在高温年份灌溉会降低土壤温度, 从而间接影响马铃薯的营养品质<sup>[37]</sup>。马铃薯的结薯温度一般为16~20℃<sup>[38,39]</sup>。王晓宇和郭华春<sup>[40]</sup>通过在15~25℃设置不同温度梯度发现, 16~18℃为大多数马铃薯块茎生长最适宜温度。一些温度敏感的品种如‘转心乌’在10~15℃下不结薯, 而耐低温品种‘合作88’在此温度下产量较高。

除灌溉等直接影响土壤水分的栽培管理措施, 地膜覆盖也可以间接影响土壤水分和温度。目前广泛应用的旱作覆膜栽培技术, 通过在农作物的表面覆盖上一层薄膜, 可起到保温、防水分蒸发的作用。根据大量已发表的田间研究数据表明, 地膜覆盖下, 中国马铃薯平均增产率为28.8%, 在西北地区为37%, 西南地区为20%、东南地区为13%<sup>[41]</sup>。地膜覆盖马铃薯增产率受地膜颜色和垄作、平作种植方式影响不明显, 但受温度和降水量影响显著<sup>[41]</sup>。

#### 1.4 土壤酸碱度

表面上看来, 土壤酸碱度对马铃薯干物质含量影响较小。很少有学者对这2个因素之间关系进行深入研究。一般来说, 马铃薯应栽培在pH 4.8~7.0的弱酸性土壤环境中, 以pH在5.0~5.5为佳, pH高于7.0马铃薯难出苗, 易感疮痂病, 影响干物质产量<sup>[42-44]</sup>。

当马铃薯处于pH低于4.8的强酸土壤环境下, 易产生植株矮化、叶面卷曲和品质下降等不良反应<sup>[42]</sup>。Smith<sup>[45]</sup>研究发现, pH在5.4~6.05时种植马铃薯块茎与pH较低时种植的马铃薯块茎相比, 前者淀粉百分比含量更高, 且pH小于5.0时马铃薯成熟较早, 这可能是高酸度土壤种植的马铃薯品质较差的原因。

#### 1.5 中耕与除草

中耕和化学除草的方法对马铃薯干物质直接影响不明显。常规方法的中耕可能会影响土壤水分, 从而间接地影响块茎干物质含量。保墒中耕与灌溉对马铃薯生长的影响是异途同归, 过度破坏深层土壤而造成水分丧失的中耕方法, 都可能产生对马铃薯生长的反效果<sup>[46]</sup>。

马铃薯田的杂草群落组成与旱田作物玉米、大豆相近, 虽存在一定地域差异, 但主要以一年生禾本科与阔叶杂草如稗草、狗尾草、马唐、蟋蟀草、早熟禾以及藜、苋、蓼、繁缕、篇蓄、龙葵为主<sup>[47]</sup>。杂草要在初期消灭, 否则土壤水分会通过其叶面蒸腾迅速减少, 进而影响土壤水分, 间接影响马铃薯干物质含量。虽然中国近年来不断减少化学除草剂的使用量, 但是目前马铃薯的除草方法还是以使用化学除草剂为主。

除草剂主要在种植前、出苗前和出苗后3个时段施用。根据Thakral和陈建平<sup>[48]</sup>的研究结果显示, 在马铃薯播种后4~6周(出苗后)进行除草, 可以把产量损失降到10%以内, 并提高马铃薯的中大块茎产量。

中国目前广泛施用的播前除草剂为二甲戊乐灵(3 000~4 500 mL/hm<sup>2</sup>兑水60 kg)、氟乐灵(60~750 mL/hm<sup>2</sup>兑水750~900 kg)、利谷隆(300 mL/hm<sup>2</sup>兑水600~900 kg)、乙氧氟草醚(3 000~4 500 mL/hm<sup>2</sup>兑水600~900 kg)、绿麦隆(4 500 g/hm<sup>2</sup>兑水750 kg)、恶草灵(1 500~2 250 mL/hm<sup>2</sup>兑水900 kg), 苗后除草剂为吡氟禾草灵(450~900 mL/hm<sup>2</sup>兑水600~900 kg)、禾草灵(3 000 mL/hm<sup>2</sup>兑水225 kg)、稀禾啉(3 000~4 500 mL/hm<sup>2</sup>兑水750~900 kg)、乙草胺(1 800 mL/hm<sup>2</sup>)<sup>[49,50]</sup>。截至目前, 国内鲜见除草剂对马铃薯产量和品质的相关研究, 仅有李明聪等<sup>[50]</sup>研究了不同类型除草剂对马铃薯块茎产量的影响, 结果显示, 施用1 800 mL/hm<sup>2</sup>乙草胺除草的马铃薯

块茎产量最高, 比对照不除草组可增产 24.2%。国外相关研究结果表明, 施用 2,4-D(二氯苯氧乙酸)可以增加块茎比重<sup>[51,52]</sup>, 且与提前收获相比, 更有利于减少过大块茎比例, 且不降低商品薯率<sup>[53]</sup>。但由于 2,4-D 容易在作物果实中残留且有剧毒, 在全球多个国家都不允许施用此类除草剂。

## 1.6 施肥

施肥是最有效、快捷的增产提质措施<sup>[54]</sup>。马铃薯是喜肥作物, 合理施肥可增加产量和提高品质, 但过量施肥会导致产量品质降低、养分浪费、种植成本上升和环境污染压力增大<sup>[55]</sup>。为了能够更合理利用肥料资源并减少环境污染, 国内外学者对马铃薯施肥技术进行了较多的研究。

大多数马铃薯种植地区, 氮素无论是以基肥施入, 还是按追肥施入, 都对产量影响大。施氮主要对于马铃薯的小薯个数和大薯质量有影响<sup>[55]</sup>。氮素的吸收率最高时期是块茎形成期和块茎膨大期, 根据不同地区土壤条件, 马铃薯的商品薯率、淀粉含量和产量随施肥量在一定范围内呈递增趋势<sup>[56]</sup>。当施氮量过高时, 会导致叶片伸展、薯秧过度生长, 从而延长马铃薯的生育期, 因此收获时马铃薯会不成熟, 还原糖含量高且淀粉含量低。Smith 和 Nash<sup>[57]</sup>在美国纽约州的研究发现, 以基肥 67.3 kg/hm<sup>2</sup>生产的马铃薯干物质含量始终高于施氮 134.5 kg/hm<sup>2</sup>的马铃薯, 这说明单纯提高施氮量并不能提高马铃薯薯块的质量。此外, 土壤硝态氮不易被土壤颗粒吸附而易随水分移动发生淋洗<sup>[58]</sup>, 过多的施用氮肥不仅使生产成本增加, 马铃薯质量下降, 且有可能造成如地下水硝酸盐环境污染等问题<sup>[59]</sup>。

磷酸铵和重过磷酸钙是目前较为常见的磷肥。磷元素可刺激同化产物从叶到块茎的转移, 以及淀粉合成中所需  $\alpha$ -葡萄糖酸化酶的合成活性。磷元素不足会抑制马铃薯根系生长和干物质形成<sup>[56]</sup>。有研究发现, 施磷可增加结薯率<sup>[60,61]</sup>和淀粉含量<sup>[62]</sup>。但是, 也有研究表明, 过量施用磷肥会导致马铃薯的商品薯率和块茎比重下降<sup>[56,63]</sup>。

马铃薯对于钾元素的需求量高, 钾元素可有效增加马铃薯叶片的光合效率、蒸腾速率<sup>[64]</sup>, 增加商品薯的个数, 提高马铃薯块茎淀粉含量<sup>[65]</sup>。在中国农业生产中, 一般通过施有机肥料和草木灰补充土

壤中的钾元素<sup>[66]</sup>。此外, 钾肥可以提高氮、磷肥的利用效率, 使肥料效益充分发挥<sup>[67]</sup>。但钾肥应在一定范围内合理施用, 重施钾肥会导致马铃薯块茎中的蛋白质含量降低<sup>[68,69]</sup>, 钾肥利用率明显降低<sup>[70]</sup>, 并引起干物质和淀粉含量降低, 品质降低<sup>[63,71-73]</sup>。常用的钾肥主要有硫酸钾、氯化钾、硝酸钾等。相较于氯化钾和硝酸钾, 硫酸钾更有助于干物质累积, 利于提升马铃薯的产量和品质<sup>[68]</sup>, 硫元素还是一些代谢和蛋白质形成的所需元素, 所以硫酸钾是双重营养肥料<sup>[74]</sup>。

若干试验结果表明, 有机肥和化肥配施可提高马铃薯产量和品质。Smith 和 Nash<sup>[57]</sup>发现, 大豆秸秆作为绿肥可有效提高马铃薯块茎的干物质含量。相较于单施化肥或有机肥, 氮磷钾复合肥与有机肥配施可更显著促进马铃薯生长, 增加马铃薯的产量、淀粉含量, 并提高水分利用效率<sup>[58,75,76]</sup>。

马铃薯连作会使土壤养分失衡, 改变土壤理化性质<sup>[77]</sup>。Smith 和 Nash<sup>[57]</sup>在一项对 10 种类型轮作的研究中发现, 马铃薯每年种植在同一地块上且不施肥或不利用肥田作物时, 生产出的块茎比重较大, 但商品薯率较低。前茬种植大豆后种植马铃薯, 块茎比重较小, 但块茎淀粉含量和商品薯率高。

## 2 农艺管理对马铃薯炸片和鲜食品质的影响

### 2.1 炸片品质

油炸后的薯片颜色是评价马铃薯油炸品质的主要因素, 高质量的马铃薯油炸制品应为金黄色或浅黄色, 且含油量低<sup>[78]</sup>。但是在高温油炸过程中, 薯片中的还原糖与氨基酸会发生反应, 产生褐色素, 这个过程又被叫做“美拉德反应”(Maillard reaction), 因此减少块茎中的还原糖含量可有效提高马铃薯的油炸品质。

相比一些其他品种, 有些品种总是能生产出颜色较淡和外观吸引人的加工产品。目前国内有部分地区对于适宜油炸用的马铃薯品种进行了筛选, 如闽南地区适宜油炸的品种有‘泉引 1 号’、‘中甸红’、‘W.F’和‘大西洋’<sup>[79]</sup>, 青海省适宜的品种有‘临薯’、‘陇薯 3 号’、‘夏坡蒂’等<sup>[80]</sup>, 这些品种的块茎还原糖含量均在 0.33% 以下, 适宜作为油炸加工材料。

增施肥料对马铃薯还原糖含量和加工价值提升

不大<sup>[81]</sup>, 甚至过多施钾肥, 会造成生产出的薯片颜色变深<sup>[82]</sup>, 因此目前认为肥料总量和养分平衡对马铃薯薯片的颜色影响不大<sup>[83]</sup>。

在病虫害较为严重的地区, 需要施用一些杀虫剂如六氯化苯(六六六)或林丹(Lindane), 但是这2种杀虫剂都导致鲜马铃薯有“霉臭”异味<sup>[84]</sup>。当林丹以1.12 kg/hm<sup>2</sup>于马铃薯种植前施于土壤, 会导致收获的马铃薯加工品带有异味<sup>[84]</sup>。

## 2.2 鲜食品质

马铃薯的蒸食品质评价主要由色泽、质构和风味组成。研究表明, 马铃薯风味由250多种挥发性物质构成, 影响成分多且复杂, 目前, 尚未对农业生产管理对马铃薯蒸煮加工后风味的影响形成统一的定论<sup>[85,86]</sup>。质构品质方面, 已有研究证明贮藏阶段的生理生化反应是影响鲜薯硬度的主要因素<sup>[87,88]</sup>。

马铃薯蒸煮后产生褐变的原因是三价铁与绿原酸反应, 产生了深色络合物<sup>[89,90]</sup>。由试验证明, 在高氮重钾<sup>[91]</sup>或低磷<sup>[92]</sup>施肥条件下, 马铃薯块茎经蒸煮后颜色易变深。pH对马铃薯颜色变深有影响, 以往试验观察到在有机酸含量丰富的淤泥土中马铃薯薯块颜色更深<sup>[32,57,93]</sup>。另外, 试验证明在收获前几周的温度低于10℃, 那么收获的薯块会比在正常温度条件下收获的马铃薯颜色更深<sup>[94]</sup>。目前还没有试验证明光照强度或土壤水分对马铃薯的颜色变深有直接影响。综上所述, 需要在农业生产中保证适当施氮钾肥, 施足磷肥, 保证中性或偏酸性土壤pH, 并在正常温度条件下收获, 可以防止马铃薯薯块在蒸煮后出现颜色加深。

## 3 总结与展望

马铃薯的品质和产量受灌水、施肥等多种种植管理措施影响。增加水、肥投入, 可提升马铃薯的产量和品质, 但是超过一定范围, 会导致马铃薯的水肥利用率下降, 加工食用品质变差。综上可知, 在今后研究中需要关注以下几点: 首先, 要针对当地气候、温度、土壤等条件, 选取适合的种植方式及施肥管理措施; 第二, 种植马铃薯时应选择疏松且含矿物质多的土壤; 第三, 在施用一些新型杀虫剂时, 需要注意其对马铃薯食用品质的影响; 最后,

加强有关马铃薯收贮运的研究, 避免因贮藏不当造成马铃薯还原糖含量过高的情况, 合理的大田管理措施和贮藏, 是马铃薯节能、优质、高产的基础。

## [参 考 文 献]

- [1] 中国农业年鉴编辑委员会. 中国农业年鉴(2018) [M]. 北京: 中国农业出版社, 2019.
- [2] Zhang H, Xu F, Wu Y, *et al.* Progress of potato staple food research and industry development in China [J]. *Journal of Integrative Agriculture*, 2017, 16(12): 2924–2932.
- [3] 赵春波, 宋述尧, 张传伟, 等. 不同品种马铃薯品质分析与评价 [J]. *吉林农业科学*, 2011, 36(4): 58–60.
- [4] 孙小花, 胡新元, 陆立银, 等. 影响马铃薯营养品质的因素 [C]// 屈冬玉, 陈伊里. 马铃薯产业与精准扶贫. 哈尔滨: 哈尔滨地图出版社, 2017.
- [5] 刘姣, 丁华, 王婧, 等. 重庆市主栽春冬马铃薯块茎营养品质分析及评价 [J]. *湖北农业科学*, 2017, 56(23): 4595–4600.
- [6] 潘峰. 马铃薯种质资源品质性状及利用价值的评价 [D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2019.
- [7] 肖占文. 河西走廊冷凉灌区地膜马铃薯播期与密度研究初报 [J]. *作物杂志*, 2008, 16(6): 31–32.
- [8] 刘晓津, 李一聪, 李康活. 广州地区冬种马铃薯适宜播期初探 [J]. *广东农业科学*, 2006(10): 13–14.
- [9] 阮俊, 彭国照, 罗清, 等. 不同海拔和播期对川西南马铃薯品质的影响 [J]. *安徽农业科学*, 2009, 37(5): 1950–1951.
- [10] 李琪, 谢萍, 李剑萍, 等. 不同播期对宁夏粉用马铃薯生长和品质的影响 [J]. *中国农学通报*, 2011, 27(12): 220–226.
- [11] 张磊, 徐宁生, 潘哲超, 等. 播期对不同熟期马铃薯生育期及产量的影响 [J]. *作物研究*, 2018, 32(3): 198–201.
- [12] 张荣华, 许庆芬, 杨艳华, 等. 不同播期对马铃薯淀粉含量与产量的影响 [J]. *黑龙江农业科学*, 2011(4): 20–21.
- [13] Garba A, Udom G N, Ikeasomba M A, *et al.* Influence of seed size and planting date on the growth, development and yield of potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties in Bauchi [J]. *Global Journal of Agricultural Science*, 2005, 4(1): 19–22.
- [14] Kukh I A. Effect of nutrition, density and terms of planting on yield and quality of potato [J]. *Agrokhimiya*, 1981(4): 59–65.
- [15] Smith O, Nash L B. Potato quality: V. Relation of time of planting, time of harvest, and fertilizer treatment to composition and cooking

- quality [J]. *Journal of Cellular Biochemistry*, 1942, 93(5): 968–979.
- [16] 许东红, 尚文艳, 博艺星, 等. 不同种植密度对紫肉马铃薯产量的影响 [J]. *中国园艺文摘*, 2016(11): 11–16, 125.
- [17] 高幼华, 金光辉, 刘喜才, 等. 行距对马铃薯农艺性状及产量的影响 [J]. *黑龙江八一农垦大学学报*, 2016, 28(5): 14–18.
- [18] 金光辉, 高幼华, 刘喜才, 等. 种植密度对马铃薯农艺性状及产量的影响 [J]. *东北农业大学学报*, 2015, 46(7): 16–21.
- [19] 王朝海, 陈春艳, 顾尚敬, 等. 不同覆土高度对马铃薯产量及其构成的影响 [J]. *江苏农业科学*, 2013, 41(4): 101–102.
- [20] 刘中良, 郑建利, 高俊杰, 等. 种薯芽位对马铃薯农艺性状及产量的效应 [J]. *江苏农业科学*, 2016, 44(8): 122–124.
- [21] 樊祖立, 牛力立, 唐兴发, 等. 种薯切块芽位及不同催芽拌种方式对马铃薯农艺性状的影响 [J]. *耕作与栽培*, 2017(5): 17–20, 29, 53.
- [22] 李梅, 许蕊淇, 陈德彬, 等. 不同药剂拌种防治马铃薯晚疫病试验 [J]. *云南农业科技*, 2019(6): 46–48.
- [23] 孙彦敏, 胡俊, 吕文霞, 等. 杀菌剂对马铃薯黑胫病菌毒力及其安全性和田间防效测定 [J]. *中国马铃薯*, 2020, 34(4): 229–237.
- [24] 吴泽军. 马铃薯的适宜环境和田间管理 [J]. *湖南农业*, 2002(3): 12.
- [25] 彭慧. 不同土壤类型对马铃薯生长的影响 [J]. *北京农业*, 2014(3): 40.
- [26] Nash L B. Potato quality. IV. Relation of variety and environmental condition to partial composition and cooking quality [J]. *American Journal of Potato Research*, 1941, 18(4): 91–99.
- [27] Ladygina E A. Content of pectin substances in potato tubers [J]. *Piriki Biokhim Mikrobiol*, 1977(13): 351.
- [28] 那桂秋. 施肥和土壤水分对马铃薯产量和品质的影响 [J]. *国外农学杂粮作物*, 1994(4): 38–40.
- [29] 王泽义, 卢英玲. 钾肥、硼肥在马铃薯生产中的增产提质效应 [J]. *中国农学通报*, 2005, 21(9): 294–295.
- [30] Pratt A J, Lamb J, Wright J D, *et al*. Yield, tuber set and quality of potatoes [J]. *American Journal of Potato Research*, 1953, 30(3): 83.
- [31] Wurr D, Allen E. Some effects of planting density and variety on the relationship between tuber size and tuber dry-matter percentage in potatoes [J]. *Journal of Agricultural Science*, 1974, 82(2): 277–282.
- [32] Smith O, Nash L B. Potato quality. III. Relation of soil reaction, irrigation and mineral nutrition to cooking quality [J]. *Proceedings of American Society for Horticultural Science*, 1941(38): 507–512.
- [33] Yadav S C, Tripathi B R. Response of potato (*Solanum tuberosum* L.) to soil-moisture regimes and fertilization [J]. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 1972, 42(6): 488–492.
- [34] Iritani W, Weller L. The development of translucent end tubers [J]. *American Potato Journal*, 1973, 50(7): 223–233.
- [35] Iritani W M, Weller L. Dry matter content of apical and basal portions of Russet Burbank potatoes [J]. *American Potato Journal*, 1973, 50(11): 389–397.
- [36] Gauman E, Ahafliger E. Influence of soil temperature on the development of potato tubers and on the incidence of scab [J]. *Phytopathologia Mediterranea*, 1949(15): 85–105.
- [37] Motes J, Greig J. Specific gravity, potato chip color and tuber mineral content as affected by soil moisture and harvest dates [J]. *American Potato Journal*, 1970, 47(11): 413–418.
- [38] 王焕强. 高寒地区地膜覆盖马铃薯块茎生长模式及主要气象因子与产量的关系 [J]. *耕作与栽培*, 1987(6): 10–12.
- [39] Van Heemst H D J. The distribution of dry matter during growth of a potato crop [J]. *Potato Research*, 1986, 29(1): 55–66.
- [40] 王晓宇, 郭华春. 不同培育温度对马铃薯生长及产量的影响 [J]. *中国马铃薯*, 2009, 23(6): 344–346.
- [41] 赵爱琴, 魏秀菊, 朱明. 基于 Meta-analysis 的中国马铃薯地膜覆盖产量效应分析 [J]. *农业工程学报*, 2015, 31(24): 1–7.
- [42] 邓明华. 土壤条件对马铃薯种植的影响分析 [J]. *农业开发与装备*, 2016(5): 136.
- [43] 姜忠烈, 李玉明, 黄金亮. 吉林省马铃薯疮痂病防治措施 [J]. *吉林蔬菜*, 2015(10): 16.
- [44] 邱光伟, 徐小龙, 姜振侠, 等. 马铃薯疮痂病综合防控技术与实施方案 [J]. *农村经济与科技*, 2017, 28(15): 62.
- [45] Smith O. Relation of soil reaction to tuberization, rate of growth, development and partial composition of the potato [J]. *Proceedings of American Society for Horticultural Science*, 1932(29): 398–402.
- [46] Talburt W F, Smith O. 马铃薯生产与食品加工 [M]. 刘孟君, 译. 上海: 上海科技出版社, 2017.
- [47] 苏少泉. 中国马铃薯生产与除草剂使用 [J]. *世界农药*, 2009, 31(1): 4–6.
- [48] Thakral K K, 陈建平. 除草时间对马铃薯生长及其产量的影响 [J]. *杂草科学*, 1991(1): 33–38.
- [49] 向竹清, 马海燕, 龚静, 等. 马铃薯田间主要除草剂使用技术 [J]. *农业科技与信息*, 2020(5): 34–36.

- [50] 李明聪, 金良, 汤世才, 等. 七种除草剂防治马铃薯地杂草试验初报 [J]. 南方农业, 2020, 14(1): 38-41, 60.
- [51] Prince F, Blood P. The effect of 2,4-D in potato tops and tubers when sprayed at the full bloom stage [J]. *Agronomy Journal*, 1949, 41(2): 219-220.
- [52] Payne M, Fults J, Hay R. Protein content and specific gravity of Red McClure potatoes increased by 2,4-D treatment [J]. *American Journal of Potato Research*, 1953, 30(2): 46-49.
- [53] Nelson D, Nylund R. Influence of 2,4-D on uniformity and specific gravity of potatoes [J]. *American Journal of Potato Research*, 1963, 40(11): 391-395.
- [54] 闫湘. 我国化肥利用现状与养分资源高效利用研究 [D]. 北京: 中国农业科学院, 2008.
- [55] 马福荣. 高寒地区施肥对马铃薯生理、块茎产量及品质性状的影响研究 [D]. 西宁: 青海大学, 2011.
- [56] 文玉能, 顾昌萍, 王坤. 氮、磷、钾肥不同施用量对马铃薯产量的影响 [J]. *贵州农业科学*, 2008, 36(1): 116-117.
- [57] Smith O, Nash L B. Potato quality. I. Relation of fertilizers and rotation systems to specific gravity and cooking quality [J]. *American Journal of Potato Research*, 1940, 17(7): 163-169.
- [58] Fang Q X, Malone R W, Ma L, *et al.* Modeling the effects of controlled drainage, N rate and weather on nitrate loss to subsurface drainage [J]. *Agricultural Water Management*, 2012, 103(1): 150-161.
- [59] 陈效民, 吴华山, 孙静红. 太湖地区农田土壤中铵态氮和硝态氮的时空变异 [J]. *环境科学*, 2006(6): 1217-1222.
- [60] Talley E A, Fitzpatrick T J, Porter W L, *et al.* Chemical composition of potatoes. I. Preliminary studies on the relationships between specific gravity and the nitrogenous constituents [J]. *Journal of Food Science*, 1961, 26(4): 351-355.
- [61] Sheard R, Johnston G. Influence of nitrogen, phosphorus, and potassium on the cooking quality of potatoes [J]. *Canadian Journal of Plant Science*, 1958, 38(4): 394-400.
- [62] Prummel J. Phosphate fertilization and water weight (starch content) of industrial potatoes [J]. *Landbouwwoorlichting*, 1969, 12(26): 418-421.
- [63] Lujan L, Smith O. Potato quality XXV. Specific gravity and after-cooking darkening of Katahdin potatoes as influenced by fertilizers [J]. *American Journal of Potato Research*, 1964, 41(9): 274-278.
- [64] 陈光荣, 高世铭, 张晓艳. 施钾和补水对旱作马铃薯光合特性及产量的影响 [J]. *甘肃农业大学学报*, 2009, 44(1): 74-78.
- [65] 刘文璐. 施钾与覆膜对滴灌马铃薯钾素吸收积累及利用效率的影响 [D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2012.
- [66] 何二良, 颀炜清, 郭天顺, 等. 天水市山旱地马铃薯测土配方施肥研究 [J]. *甘肃农业科技*, 2013(9): 45-47.
- [67] 周洋. 氮磷钾配施对马铃薯产量及品质的影响 [D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2011.
- [68] 张东昱, 王多成, 张荣, 等. 钾肥对鲜食型马铃薯产量及品质的影响 [J]. *中国马铃薯*, 2009, 23(3): 152-154.
- [69] Nikitina M S. Fertilizer levels and food quality of potatoes [J]. *Khim Sel'sk Khoz*, 1981(4): 10-12.
- [70] 杨德桦. 不同施肥量和不同施肥方式对襄阳地区马铃薯产量、养分积累规律和品质的影响 [D]. 武汉: 华中农业大学, 2012.
- [71] Teichj A, Menzies A. The effect of nitrogen, phosphorus and potassium on the specific gravity, ascorbic acid content and chipping quality of potato tubers [J]. *American Journal of Potato Research*, 1964, 41(6): 169-173.
- [72] Westermann D T, Tindall T A, James D W, *et al.* Nitrogen and potassium fertilization of potatoes: yield and specific gravity [J]. *American Journal of Potato Research*, 1994, 71(7): 417-431.
- [73] Black W, White R. Effects of nitrogen, phosphorus, potassium, and manure factorially applied to potatoes in a long-term study [J]. *Canadian Journal of Soil Science*, 1973, 53(2): 205-211.
- [74] 王利, 高祥照, 马文奇, 等. 中国农业中硫的消费现状、问题与发展趋势 [J]. *植物营养与肥料学报*, 2008, 14(6): 1219-1226.
- [75] 冯瑞云, 杨武德, 王慧杰, 等. 秸秆扩蓄肥对土壤水分和马铃薯产量品质及水分利用的影响 [J]. *农业工程学报*, 2012, 28(2): 100-105.
- [76] 杜社妮, 白岗栓, 赵世伟, 等. 沃特和PAM保水剂对土壤水分及马铃薯生长的影响研究 [J]. *农业工程学报*, 2007(8): 72-79.
- [77] 胡宇, 郭天文, 张绪成. 旱地马铃薯连作对土壤养分的影响 [J]. *安徽农业科学*, 2009, 37(12): 5436-5439, 5610.
- [78] 魏明, 刘卫民. 影响马铃薯炸片品质的因素 [J]. *云南农业科技*, 2001(4): 11-12.
- [79] 沈清景, 凌永胜, 叶贻勋, 等. 闽南炸片用马铃薯品种引种筛选研究 [J]. *中国马铃薯*, 2002, 16(4): 221-225.
- [80] 张永成, 阮建平. 马铃薯炸片品种筛选研究 [J]. *青海农林科技*, 2005(1): 53-54.
- [81] Sriccker H. Relations between fertilization and processing value of

- potatoes with special references to the reducing-sugar quality index [J]. *Landwirt Forsch, Sonderh*, 1971, 26(2): 11-20.
- [82] Wilcox G, Hilger J, Lam S. Potassium builds potato quality [J]. *Better Crops with Plant Food*, 1968, 52(1): 24-25.
- [83] Kunkel R, Holstad N. Potato chip color, specific gravity and fertilization of potatoes with N-P-K [J]. *American Journal of Potato Research*, 1972, 49(2): 43-62.
- [84] Kirkpatrick M E, Mountjoy B M, Albright L C, *et al.* Flavor and odor of cooked potatoes as affected by use of lindane and benzene hexachloride as insecticides [J]. *American Journal of Potato Research*, 1951, 28(12): 792-799.
- [85] Taylor M, Mcdougall G, Stewart D. Potato flavour and texture [M]. Vregdenhil D. *Potato Biotechnology, Advances and Perspectives*. Wageningen: Elsevier, 2007: 558-573.
- [86] Cunningham S E, Mcminn W A M, Magee T R A, *et al.* Effect of processing conditions on the water absorption and texture kinetics of potato [J]. *Journal of Food Engineering*, 2008, 84(2): 214-223.
- [87] Nourian F, Ramaswamy H S, Kushalappa A C. Kinetic changes in cooking quality of potatoes stored at different temperatures [J]. *Journal of Food Engineering*, 2003, 60(3): 257-266.
- [88] Olsen N. Potato storage management: a global perspective [J]. *Potato Research*, 2014, 57(3): 331-333.
- [89] Kunst M. Studies on blackening of potatoes after cooking [J]. *American Journal of Potato Research*, 1950, 27(1): 32-35.
- [90] Kiemeier F, Rickerl E. Cause of discoloration of steamed potatoes. I. Influence of phenolic materials [J]. *Lebensm Untersuch Forsch*, 1955(100): 441.
- [91] Wallace R, Wain L. The blackening of cooked potatoes [J]. *Agriculture*, 1943, 50: 425-428.
- [92] Tedin O, Brooderson C, Aronson L. 1939-1940 potato tubers [J]. *American Journal of Potato Research*, 1943, 20(4): 169-173.
- [93] Smith O. Some factors affecting culinary quality in potatoes [J]. *American Journal of Potato Research*, 1937, 14(7): 221-224.
- [94] Smith O, Nash L B. Potato quality. V. Relation of temperature, time of harvest and fertilizer treatment to composition and cooking quality [J]. *Journal of the American Society of Agronomy*, 1942, 93(5): 968-979.

## 《中国马铃薯》杂志约稿函

《中国马铃薯》杂志是目前全国唯一的马铃薯专业科技期刊, 国际刊号: ISSN 1672-3635, 国内刊号: CN 23-1477/S, 邮发代号: 14-167, 国内外公开发行人。它以繁荣我国马铃薯产业为办刊宗旨, 积极报道国内外有关马铃薯的学术研究、科研动态和各种实用技术的最新消息。该刊由东北农业大学和中国作物学会主管, 由东北农业大学和中国作物学会马铃薯专业委员会主办。《中国马铃薯》(原名《马铃薯杂志》)创刊于1987年。2000年经申请报国家新闻出版总署审批, 更名为《中国马铃薯》, 同年改为大16开本, 并增加彩色广告。2001年《中国马铃薯》经报黑龙江省科委及省新闻出版局批准, 将原来的季刊改为双月刊。

《中国马铃薯》立足国内, 并刊登一些其他国家作者的英文稿件。它集学术性和技术性于一体, 是马铃薯科研、生产、经销单位和用户之间信息交流的一个平台。《中国马铃薯》不同于其他园艺类期刊, 刊登的文章全部是有关马铃薯的, 主要栏目包括: 遗传育种、栽培生理、病虫害防治、土壤肥料、贮藏加工、产业开发、品种介绍、综述及其他。

该刊于2008年1月1日起开始执行作者在线投稿, 进一步提高了工作效率和办公自动化水平, 方便作者查询。欢迎专业委员会各位委员及广大读者踊跃投稿, 投稿时请登录《中国马铃薯》稿件远程处理系统。

网址: <http://mlsz.cbpt.cnki.net/WKA2/WebPublication/index.aspx?mid=mlsz>。

《中国马铃薯》杂志编辑部