

Z HONGGUO
GAOYUAN DIQU
MALINGSHU ZAIPEI

中国

高原地区

马铃薯栽培

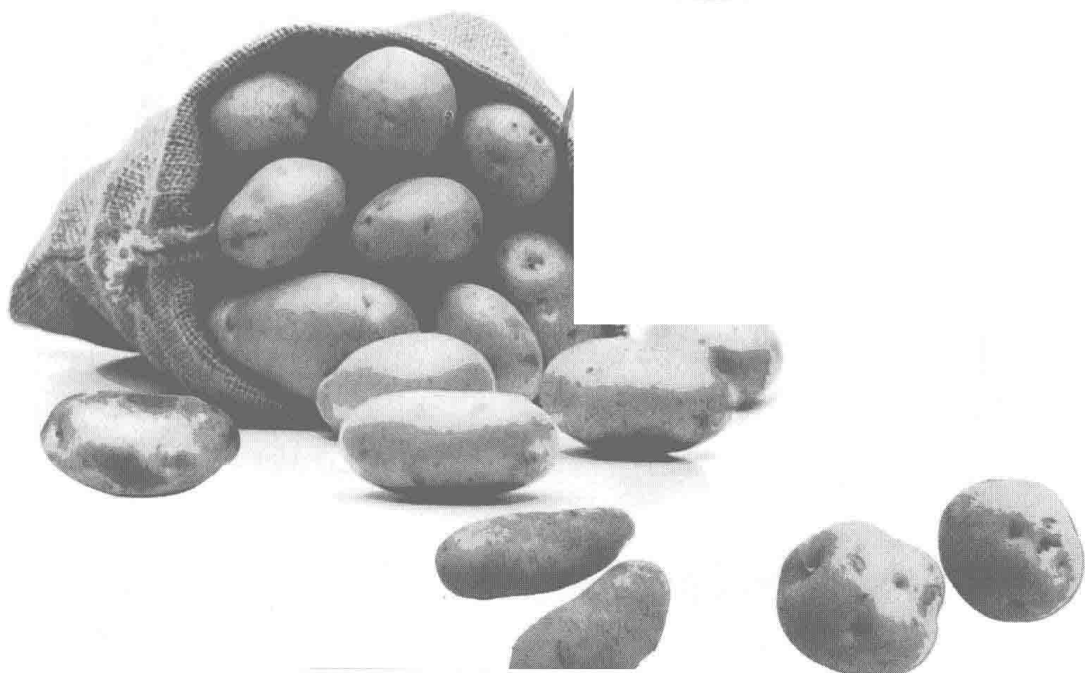
邢宝龙 方玉川 张万萍 王文桥 主编

中国农业出版社

非外借

中国高原地区马铃薯栽培

邢宝龙 方玉川 张万萍 王文桥 主编



中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国高原地区马铃薯栽培 / 邢宝龙等主编. —北京:
中国农业出版社, 2017. 5
ISBN 978-7-109-22685-2

I. ①中… II. ①邢… III. ①马铃薯-栽培技术
IV. ①S532

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 040971 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

策划编辑 石飞华

文字编辑 浮双双

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2017 年 5 月第 1 版 2017 年 5 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 23.75

字数: 560 千字

定价: 80.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

策 划 曹广才 (中国农业科学院作物科学研究所)
主 编 邢宝龙 (山西省农业科学院高寒区作物研究所)
 方玉川 (榆林市农业科学研究院)
 张万萍 (贵州大学)
 王文桥 (河北省农林科学院植物保护研究所)

副 主 编 (以姓名汉语拼音为序)
 白小东 (山西省农业科学院高寒区作物研究所)
 降云峰 (山西省农业科学院)
 李增伟 (榆林市农业科学研究院)
 李占成 (山西省农业科学院高寒区作物研究所)
 马桂花 (西宁市农业技术推广站)
 纳添仓 (青海省农林科学院)
 田山君 (贵州大学)
 王 燕 (河北北方学院)
 王梦飞 (山西省农业科学院高寒区作物研究所)
 杨立城 (西宁市农业技术推广站)
 杨秀玲 (西宁市农业技术推广站)
 郑太波 (延安市农业科学研究所)

其他作者 (以姓名汉语拼音为序)
 陈 云 (山西省农业科学院高寒区作物研究所)
 陈燕妮 (山西省农业科学院高寒区作物研究所)
 党菲菲 (延安市农业科学研究所)
 杜红梅 (延安市农业科学研究所)
 杜培兵 (山西省农业科学院高寒区作物研究所)
 范向斌 (山西省农业科学院高寒区作物研究所)
 冯 琰 (河北北方学院)
 郭 芳 (山西省农业科学院高寒区作物研究所)
 郭 妙 (山西省大同市园林局)
 李宏斌 (山西省大同市农作物原种场)
 李霄峰 (山西省农业科学院高寒区作物研究所)
 刘 飞 (山西省农业科学院高寒区作物研究所)
 刘冠男 (山西省农业科学院高寒区作物研究所)

编委会

ZHONGGUO GAOYUAN DIQU MALINGSHU ZAIPAI

马 涛 (山西省农业科学院高寒区作物研究所)

毛向红 (山西省农业科学院高寒区作物研究所)

齐海英 (山西省农业科学院高寒区作物研究所)

帅媛媛 (山西省农业科学院高寒区作物研究所)

宋 云 (延安市农业科学研究所)

汪 奎 (榆林市农业科学研究院)

王邦勇 (贵州威宁彝族回族苗族自治县人民政府陕桥街道办事处)

王春霞 (延安市农业科学研究所)

王桂梅 (山西省农业科学院高寒区作物研究所)

王兴涛 (山西省农业科学院高寒区作物研究所)

王彧超 (山西省农业科学院高寒区作物研究所)

徐红星 (西宁市农业技术推广站)

杨 春 (山西省农业科学院高寒区作物研究所)

杨 霞 (延安市农业科学研究所)

杨小琴 (榆林市农业科学研究院)

余顺朝 (贵州威宁彝族回族苗族自治县人民政府陕桥街道办事处)

岳新丽 (山西省农业科学院高寒区作物研究所)

张 圆 (榆林市农业科学研究院)

张艳艳 (榆林市农业科学研究院)

张迎春 (西宁市农业技术推广站)

周 军 (延安市农业科学研究所)

左 敏 (山西省农业科学院高寒区作物研究所)

作者分工

ZHONGGUO GAOYUAN DIQU MALINGSHU ZAIPEI

前言 邢宝龙

第一章

第一节 方玉川 汪 奎 张 圆

第二节 汪 奎 李增伟 张 圆

第二章

第一节 郑太波

第二节 田山君

第三章

第一节 岳新丽 郭 芳 帅媛媛 陈 云

第二节 李占成 王彧超 郭 妙 王梦飞 降云峰

第三节 张艳艳 杨小琴 方玉川

第四章

第一节 王桂梅 刘 飞 邢宝龙 陈燕妮 刘冠男

李霄峰 马 涛 左 敏 李宏斌

第二节 王文桥

第五章

第一节 纳添仓 杨立城 马桂花

第二节 杨立城 纳添仓 杨秀玲 张迎春

第三节 纳添仓 杨立城 马桂花

第六章

第一节 王 燕

第二节 王 燕 冯 琰

第七章

第一节 郑太波 党菲菲 杜红梅 宋 云

第二节 白小东 杜培兵 杨 春 齐海英 范向斌

王兴涛 毛向红

第三节 李增伟 张艳艳 杨小琴

第八章

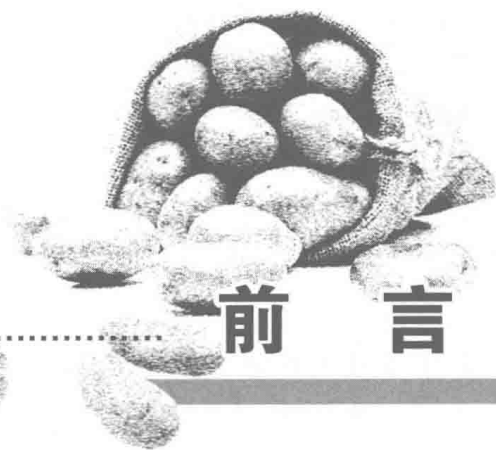
第一节 张万萍

第二节 张万萍

作者分工

ZHONGGUO GAOYUAN DIQU MALINGSHU ZAIPEI

第三节	田山君 王邦勇 余顺朝
第九章	
第一节	郑太波 党菲菲 杨霞 王春霞 周军
第二节	杨立城 马桂花 徐红星 张迎春
全书统稿	曹广才



前言

马铃薯是继小麦、水稻、玉米之后的世界第四大粮食作物。原产于南美洲的安第斯山脉，目前广泛种植于世界各地，以欧、亚两洲种植为主，中国、俄罗斯、乌克兰、印度四大生产国占世界种植面积的一半。近几十年来，世界马铃薯的面积一直保持在 2 000 万 hm^2 上下。

17 世纪时，马铃薯已经成为欧洲的重要粮食作物并传播到中国。由于马铃薯非常适合在粮食产量极低的高寒地区生长，很快便在中国内蒙古自治区、河北省、山西省、陕西省、贵州省、云南省、青海省等高原地区普及，成为当时贫苦阶层的主要食品，对维持中国人口的迅速增加起到了重要作用。中国已成为全球马铃薯生产消费第一大国。据《中国农业年鉴》统计，2014 年中国马铃薯种植面积 8 340 万亩，鲜薯产量达 9 551.5 万 t。目前中国马铃薯生产面积和产量均占世界约 1/4。

马铃薯耐寒、耐旱、耐瘠薄，适应性广，适宜在中国高原地区种植。中国最大的四个高原分别为青藏高原、内蒙古高原、黄土高原、云贵高原。青藏高原主要位于西藏、青海、四川等地；内蒙古高原主要位于内蒙古、宁夏等地；黄土高原主要位于山西、陕西、甘肃、宁夏等地；云贵高原主要位于云南、贵州、四川等地。

四大高原农区是马铃薯主产区。据《中国农业年鉴》统计，2014 年贵州省马铃薯种植面积 1 056.5 万亩，鲜薯产量 1 133 万 t；甘肃省马铃薯种植面积为 1 023.9 万亩，鲜薯产量 1 189.5 万 t；山西省马铃薯种植面积 252.2 万亩，鲜薯产量 159.0 万 t；陕西省马铃薯种植面积为 445.8 万亩；内蒙古自治区马铃薯种植面积为 811.1 万亩。

2016 年 2 月 24 日农业部发布了《关于推进马铃薯产业开发的指导意见》，将马铃薯作为主粮进行产业化开发，提出 2020 年种植面积扩至 1 亿亩以上，使马铃薯成为新一轮种植结构调整特别是“镰刀弯”地区玉米结构调整理想

的替代作物之一。它对于调整农业产业结构、实施西部大开发战略、提高农民经济收入、保障国家粮食安全等都将起到十分重要的作用。这就需要进一步加快马铃薯新品种、新技术的应用速度,把优良的传统技术与现代技术有机结合,实现优质高产高效生产,因此撰写此书成为作者们的共识。

本书由山西省农业科学院高寒区作物研究所、榆林市农业科学研究院、贵州大学、河北省农林科学院植物保护研究所、河北北方学院、西宁市农业技术推广站、青海省农林科学院、延安市农业科学研究所、山西省农业科学院等单位科研人员共同完成。全书共分九章。第一章对中国马铃薯生产布局和种植制度进行了概述;第二章是马铃薯生长发育和环境效应;第三章从马铃薯种质资源和品种演替,优良品种简介及脱毒种薯生产等方面对中国马铃薯种质资源进行了阐述;第四章对环境胁迫及其应对进行了论述;第五章到第八章运用理论和实践相结合的方式,分别对青藏高原、内蒙古高原、黄土高原、云贵高原的自然环境及马铃薯栽培技术措施进行了综合性阐述,涉及的栽培技术措施简单明了、可操作性强;第九章对马铃薯综合利用和深加工进行了介绍。参考文献编排以作者姓名汉语拼音为序,同一作者的则按年代先后排序,英文文献排在中文文献之后。未在正式刊物上发表的文章、学位论文等不作为参考文献引用。

在本书的编写过程中,承蒙中国农业科学院作物科学研究所曹广才研究员为此书策划以及统稿,付出了很多的时间和精力。书的出版也得益于中国农业出版社的大力配合,谨致谢忱。

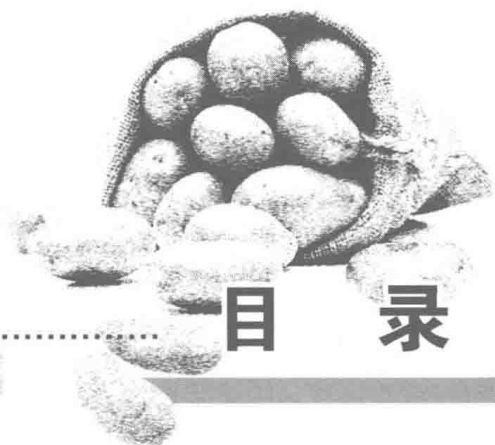
此书的出版得到了国家马铃薯产业技术体系(CARS-10)、国家边远贫困地区边疆民族地区和革命老区人才支持计划科技人员专项、农业部农业行业专项“农作物病原菌抗药性监测及治理技术与示范”(201303023)、农业部农业行业专项“作物疫病监测防控技术与示范”(201303018)、山西省农业科学院科技自主创新能力提升工程(2016ZZCX-05)、山西省农业科技成果转化与示范推广项目(2016CGZH15)、陕西省马铃薯产业技术体系项目、陕西省科技统筹创新工程计划项目(2016KTCG01-07)、优质抗晚疫病马铃薯新品种的选育、杂粮优质多抗特异种质资源创新及高效育种技术研究(16227508D)等项目的资助。

本书可供农业管理部门、农业院校、科研单位以及马铃薯种植、加工、生产等领域的人员参考。

限于作者水平,不当或纰漏之处,敬请同行专家和读者指正。

邢宝龙

2016年7月于山西大同



目 录

前言

第一章 中国马铃薯生产布局和种植制度	1
第一节 马铃薯生产布局	1
第二节 马铃薯种植制度	13
本章参考文献	24
第二章 马铃薯生长发育和环境效应	26
第一节 马铃薯生长发育	26
第二节 马铃薯生长发育的环境效应	39
本章参考文献	45
第三章 中国马铃薯种质资源	48
第一节 马铃薯种质资源和品种演替	48
第二节 高原地区马铃薯优良品种简介	63
第三节 脱毒种薯生产	74
本章参考文献	90
第四章 环境胁迫及其应对	94
第一节 非生物胁迫	94
第二节 生物胁迫	114
本章参考文献	162
第五章 青藏高原马铃薯栽培	166
第一节 自然环境概述	166

第二节 青藏高原马铃薯常规栽培	171
第三节 青藏高原马铃薯特殊栽培	197
本章参考文献	202
第六章 内蒙古高原马铃薯栽培	203
第一节 自然环境概述	203
第二节 内蒙古高原农区马铃薯栽培	206
本章参考文献	232
第七章 黄土高原马铃薯栽培	234
第一节 自然环境概述	234
第二节 黄土高原马铃薯常规栽培	247
第三节 黄土高原马铃薯特殊栽培	282
本章参考文献	292
第八章 云贵高原马铃薯栽培	298
第一节 自然环境概述	298
第二节 云贵高原马铃薯常规栽培	306
第三节 云贵高原马铃薯特殊栽培	332
本章参考文献	338
第九章 马铃薯综合利用和深加工	342
第一节 马铃薯综合利用	342
第二节 马铃薯深加工	352
本章参考文献	367

第一章

中国马铃薯生产布局和种植制度

第一节 马铃薯生产布局

马铃薯原产于南美洲的秘鲁、玻利维亚等国的安第斯山区和中美洲的墨西哥（海拔 3 000 m），15 世纪中叶由西班牙航海家带到欧洲，在之后 200 年内传遍全球。马铃薯大约 1645 年由外国传教士带到中国东南沿海地区，当时正值明末清初，中国人口迅速增加到 1 亿人，人口大量西迁，发展旱作农业成为必需，而马铃薯和玉米这两个外引作物为中华民族的繁衍奠定了坚实的基础。马铃薯因耐旱、耐贫瘠、粮菜兼用已成为高产高效的农作物及工业原料作物，经过最近 50 多年的迅速发展，全世界马铃薯种植面积已达到近 3 亿亩^①，产量 3 亿多 t，是全球第四大农作物。中国是世界上马铃薯播种面积最大的国家，并且播种面积和产量逐年增加，总面积 8 000 多万亩，总产 9 500 多万 t，面积和产量均占全球马铃薯种植面积和产量的 1/4 左右。马铃薯为中国农业发展、农民增收和国家粮食安全做出了巨大贡献，马铃薯产业已成为发展农村经济的重要产业之一。

马铃薯在全国广泛分布。东北的黑龙江省、吉林省既是马铃薯商品薯的重要产地，又是种薯、工业加工原料产地；华北的内蒙古自治区、河北省和山西省已成为重要的菜用薯和现代快餐食品加工基地；西北的甘肃省、宁夏回族自治区和陕西省北部，已成为商品薯的重要产地，还是种薯和工业原料基地，马铃薯是其重要的脱贫致富作物；西南的云南省、贵州省、四川省和重庆市由于其立体气候，是重要的周年鲜薯供应基地，马铃薯产业是其脱贫致富的主要产业；长江流域以南的 10 多个省份发展冬作马铃薯前景广阔，已成为当地农民增收致富的重要产业。

一、中国马铃薯种植区划研究

中国地域广阔，由于地区间纬度、海拔、地理和气候条件的差异，造成了光照、温度、水分、土壤类型的不同，而且马铃薯种植具有很强的地域性，在全国不同区域形成了

^① 亩为非法定计量单位，15 亩=1 hm²。——编者注

各具特点的栽培方式和栽作类型。滕宗璠等(1989)把中国马铃薯适宜种植地区分为北方一作区,中原二作区,南方二作区,西南一、二作垂直分布区。20世纪末21世纪初,南方广东省、广西壮族自治区、福建省等秋季晚稻收获利用冬闲田种植一季马铃薯的种植模式得到广泛推广,栽培季节与传统的南方二作区有所不同。因此,李志勤等(2009)把中国马铃薯生产的优势区域分为北方一作区、中原二作区、西南混作区和南方冬作区。

(一) 北方一作区

本区域范围较大,包括东北地区的黑龙江、吉林两省和辽宁省除辽东半岛以外的大部分,华北地区的河北省北部、山西省北部、内蒙古自治区全部,西北地区的陕西省北部,宁夏回族自治区、甘肃省、青海省全部和新疆维吾尔自治区的天山以北地区。据陈伊里(2007)介绍,本区是中国重要的种薯生产基地,也是加工原料薯和鲜食薯生产基地,种植面积排名在前10位的有甘肃、内蒙古、陕西、黑龙江和宁夏等5省份,占全国马铃薯总播种面积的49%左右。

这一地区地处高寒区,纬度或海拔较高,气候冷凉,无霜期短,一般在110~170 d,年平均温度在 $-4\sim 10^{\circ}\text{C}$,最冷月份平均温度 $-8\sim 2.8^{\circ}\text{C}$,最热月份平均温度在 24°C 左右, $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 积温在2000~3500 $^{\circ}\text{C}$ 。年降水量500~1000 mm,降水分布很不均匀。东北地区的西部、内蒙古自治区东南部以及中部的狭长地区、宁夏回族自治区中南部、黄土高原东南部为半干旱地带,降水量少而蒸发量大,干燥度(K)在1.5以上;东北中部以及黄土高原东南部则为半湿润地带,干燥度多在1.0~1.5;而黑龙江省的大、小兴安岭地区的干燥度只有0.5~1.0,可见本区的降水量极不均衡。本区日照较长。大部分地区土壤肥沃,马铃薯生育期日照充足,结薯期在7~8月,雨量充沛,昼夜温差大,有利于块茎膨大和光合产物的积累。

本地区春季蒸发量大,易发生春旱,尤其西北地区气候干燥,局部地区马铃薯生育期间降水量偏少,时呈旱象,马铃薯产量不够稳定。

本地区种植马铃薯一般是一年只栽培一季,通常春种秋收,生育季节主要在夏季,故又称夏作类型。每年的4~5月播种,9~10月收获。本区晚疫病、早疫病、黑胫病发病比较严重。适于本区的品种类型,应以中晚熟为主,休眠期长、耐贮性强、抗逆性强、丰产性好的品种。本区拥有“中国马铃薯之乡”称号的有甘肃省定西市安定区、黑龙江省讷河市、宁夏回族自治区西吉县、河北省围场县、内蒙古自治区武川县和陕西省定边县。

1. 东北一季作区 包括东北地区的黑龙江和吉林两省、内蒙古自治区东部、辽宁省北部和西部,与种薯、商品薯需求量较大的朝鲜、俄罗斯和蒙古等国接壤。本区地处高寒地区,日照充足、昼夜温差大,年平均温度在 $-4\sim 10^{\circ}\text{C}$, $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 积温在2000~3500 $^{\circ}\text{C}$,土壤为黑土,适于马铃薯生长,为中国马铃薯种薯、淀粉加工用薯的优势区域之一。本区马铃薯种植为一年一季,一般春季4月或5月初播种,9月收获。影响马铃薯生产的主要因素是春旱、晚疫病、环腐病、黑胫病和病毒病。

2. 华北一季作区 包括内蒙古自治区中西部、河北省北部和山西省中北部,地处内蒙古高原,气候冷凉,年降水量在300 mm左右,无霜期在90~130 d,年均温度 $4\sim 13^{\circ}\text{C}$, $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 积温在2000~3500 $^{\circ}\text{C}$,分布极不均匀。土壤以栗钙土为主。由于气候凉

爽、日照充足、昼夜温差大，适合马铃薯生长，是中国马铃薯优势区域之一，单产提高潜力大。本区大部分马铃薯生产为一年一熟，一般5月上旬播种，9月中旬收获。影响马铃薯生产的主要因素是干旱、晚疫病和病毒病，以及投入少、生产组织化程度低。

3. 西北一季作区 包括甘肃省、宁夏回族自治区、陕西省西北部和青海省东部。本区地处高寒地区，气候冷凉，无霜期在110~180 d，年均温度4~8℃， $\geq 5^\circ\text{C}$ 积温在2000~3500℃，年降水量200~610 mm，海拔500~3600 m。土壤以黄绵土、黑垆土、栗钙土、风沙土为主。由于气候凉爽、日照充足、昼夜温差大，生产的马铃薯品质优良，单产提高潜力大。本区马铃薯生产为一年一熟，一般4月底至5月初播种，9~10月上旬收获。影响马铃薯生产的主要因素是干旱少雨、种植规模小和市场流通困难。

(二) 中原二作区

中原二作区位于北方一作区以南，大巴山、苗岭以东，南岭、武夷山以北各省份，包括辽宁、河北、山西三省南部，湖南、湖北两省东部，江西省北部，以及河南省、山东省、江苏省、浙江省和安徽省。

该区受气候条件、栽培制度等影响，马铃薯栽培分散，其面积约占全国马铃薯总播种面积的7%。在该地区马铃薯多与棉、粮、菜、果等间作套种，大大提高了土地和光能利用率，增加了单位面积产量和效益。据庞万福等(2013)介绍，该区域是中国重要的马铃薯产区之一。近年来，为了提早上市，延长销售时间，普遍采用地膜覆盖栽培和两膜、三膜甚至四膜覆盖栽培，使得马铃薯上市时间由6月初提早到4~5月，经济效益也成倍提高，马铃薯亩产值突破万元大关，已成为中原二作区重要的经济作物。

本区无霜期较长，为180~300 d，年平均温度10~18℃，最热月份平均温度22~28℃，最冷月份平均温度为1~4℃， $\geq 5^\circ\text{C}$ 积温为3500~6500℃，年降水量500~1750 mm。因温度高、蒸发量大，在秦岭—淮河一线以北地区干燥度大于1，栽培马铃薯需要有灌溉条件。此线以南的地区干燥度小于1，栽培中不需要灌水。庞万福等(2013)研究表明，中原二作区灌溉方式落后，仍采用土渠灌溉，大水漫灌，水分浪费严重，一般马铃薯生长期灌溉5~6次，用水量300~400 t/亩。

本区由于南北纬度相差15°左右，加之地势复杂，各地气候条件悬殊，春、秋季的播种期幅度相差较大。但共同特点是，夏季长、温度高，月平均气温超过24℃，有些地区降水多，连续下雨天数长达1~2个月，不适于马铃薯的生长。为躲开炎热高温或多雨季节，将马铃薯作为春、秋两季栽培。据陈焕丽(2012)介绍，该区春季以生产商品薯为主，秋季主要是种薯生产，但近年来秋季马铃薯商品薯生产面积也在逐年扩大。春季生产于2月下旬至3月上旬播种，设施栽培可适当提前，5月至6月上中旬收获；秋季生产则于8月播种，到11月收获。本区应选用早熟或极早熟、休眠期短的品种，春播前要进行催芽处理，提早播种。本区拥有“中国马铃薯之乡”称号的有山东省滕州市。

(三) 西南混作区

西南混作区包括云南、贵州、四川、重庆、西藏等省份，以及湖南、湖北两省西部和陕西省南部。这些地区属云贵高原，湘西、鄂西、陕南为其延伸部分。大部分地区位于东

经 $98^{\circ}\sim 171^{\circ}30'$ 、北纬 $22^{\circ}30'\sim 34^{\circ}30'$ 。地域辽阔，地形复杂，万山重叠，大部分地区侧坡陡峭，但顶部却比较平缓，并有山间盆地或平坝错落其间。全区有高原、盆地、山地、丘陵、平坝等各种地形。在各种地形中以山地为主，占土地总面积的 71.7%；其次为丘陵，占 13.5%；高原占 9.9%；平原面积最小，仅占 4.9%。山地、丘陵面积大，形成了本区旱地多、坡地多的耕作特点，土壤多呈偏酸性。据隋启君、白建明等（2013）介绍，该区马铃薯的面积占全国马铃薯总播种面积的 39% 左右，是仅次于北方一作区的中国第二大马铃薯生产区。在马铃薯种植面积排名前 10 名的省份中，西南地区就有 5 个（贵州、云南、四川、重庆、湖北）。

该区地形地貌复杂，气候的区域差异和垂直变化十分明显，有“一山分四季，十里不同天”的说法。西南山区不同海拔极其复杂的气候特点确定了作物的垂直分布，马铃薯栽培类型多样化。低山平坝和峡谷地区，无霜期达 260~300 d，以及 1 000~2 000 m 的低山地带都适宜于马铃薯二季栽培；1 000 m 以下的江边、河谷地带可进行冬作；半高山无霜期为 230 d 左右，马铃薯主要与玉米进行套种；高山区无霜期不足 210 d，有的甚至只有 170 d 左右，马铃薯以一年一熟。马铃薯是山区人民的主要粮食和蔬菜，马铃薯占这些地方粮食总产的 20%~40%，随着海拔的升高，比重也逐渐增大，在高海拔不适于种植玉米的地方，马铃薯成为当地农民的重要粮食作物。

本区属于亚热带季风气候，受东南风和西南风影响，一年当中，分为雨季（5 月中旬至 10 月）和干季（11 月至翌年 5 月初）。夏季炎热多雨，气候湿润，秋季比较凉爽，冬季温，降水偏少，受地形、地势影响，地区差异性较大。年均日照时数为 1 894 h，为短日照地区。尤其以四川盆地、云贵高原及湘鄂西部为甚，是全国云雾最多、日照最少的地方，全年日照时数仅 1 100~1 500 h，日照百分率大都在 30% 以下。在东南季风和西南季风控制之下，加上地形的影响，年降水量较多，一般达 500~1 000 mm，高山可达 1 800 mm。高原山地气温不高，除河谷、丘陵外，7 月平均温度只有 22°C 左右，云贵高原只有 $20\sim 22^{\circ}\text{C}$ ，川滇横断山区在 $16\sim 18^{\circ}\text{C}$ 。

由于秦岭、巴山、岷山等的屏障，阻挡了冬季北方寒潮的袭击，因此本区冬季温和。又因海拔较高，故夏无炎热，气候凉爽。本区雨量充足，晚疫病、青枯病等病害发生严重，应选用抗晚疫病、青枯病的高产品种。本区拥有“中国马铃薯之乡”称号的有贵州省威宁县。

（四）南方冬作区

南方冬作区位于南岭、武夷山以南的各省份，包括江西省南部，湖南、湖北两省南部，广西壮族自治区大部，广东省大部，福建省大部，海南省和台湾省，大部分地区位于北回归线附近，即北纬 26° 以南。

本区的气候特点是夏长冬暖，属海洋性气候，雨量充沛，年降水量 1 000~3 000 mm，平均气温 $18\sim 24^{\circ}\text{C}$ ， $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 的积温 6 500~9 000 $^{\circ}\text{C}$ ，无霜期 300~365 d，年辐射能量 461~544 kJ/m^2 。冬季平均气温 $12\sim 16^{\circ}\text{C}$ ，恰逢旱季，通过人工灌溉，可显著提高马铃薯产量。

本区的粮食生产以水稻栽培为主，主要在水稻收获后，利用冬闲地栽培马铃薯，按其种植季节，有冬种、春种、秋种等三种形式，因而也称作三季作区。目前，该区马铃薯以

冬种、早春种为主,产量水平普遍较高,季节和区位优势明显,市场相对稳定,因此冬作马铃薯生产效益较高。加之冬作区还有大量冬闲田可以开发利用。据汤浩等(2006)介绍,该区具有冬季气候温暖、昼夜温差大、无霜期长等得天独厚的自然条件,充分利用冬闲田,不与其他作物争地,收获时间正值中国北方和长江流域马铃薯生产空白季节,其产品销售南至我国台湾、香港、澳门地区,北至北京、天津、上海等大城市,种植马铃薯已成为当地农民一项重要的冬种收入来源。

本区马铃薯播种时间范围跨度较大,为10月上旬至翌年1月中旬,收获期为当年年底至翌年5月上旬。据袁照年(2003)介绍,该区最普遍的种植季节为11月播种,翌年2~3月收获,其种植面积为500多万亩。本区晚疫病和青枯病发生较严重,栽培的品种类型应选用中、早熟品种。本区是目前中国重要的商品薯出口基地,也是目前马铃薯发展最为迅速的地区,面积约占全国马铃薯总播种面积的5%。

二、地区性区划研究

马铃薯具有生育期短、适应性广、耐旱、耐瘠薄等特点,在中国高原地区一年四季均有种植。因为青藏高原、内蒙古高原、黄土高原、云贵高原四大高原地区地域辽阔,气候类型多样,各地在栽培中形成了各具地域特色的生产区域。下面以栽培面积较大的省份为例,对中国高原地区各马铃薯主产区生产区域划分做详细介绍。

(一) 甘肃省马铃薯区划

马铃薯是甘肃省第二大粮食作物,为实现甘肃粮食自给、确保粮食安全做出了重大贡献。王鹤龄、王润元等(2012)基于甘肃省地面气象观测站1961—2008年气象观测资料 and 马铃薯生长条件,选择最佳小网格推算出500 m×500 m的高分辨率的网格序列;确立马铃薯种植适宜性气候区划指标,结合地理信息资料,运用GIS技术,开展马铃薯种植适宜性动态气候区划,把甘肃省马铃薯种植划分为最适宜种植区、适宜种植区、次适宜种植区、可种植区和不适宜区。

1. 最适宜种植区 包括洮岷山区、甘南高原的部分及祁连山、华家岭、六盘山、关山和秦岭等海拔2 000~2 600 m的山间盆地、高山河谷台地及浅山区地带。该地区热量适宜,在块茎膨大期无高温天气,气候温凉,适合营养物质积累,块茎膨大迅速;降水充足,光照充足,产量高、品质好,投入产出比高。

2. 适宜种植区 包括陇中大部分及河西走廊海拔1 700~2 000 m的广大地区。该区域热量丰富,块茎膨大期有高温天气,但持续时间短、影响小;降水能满足生长发育的要求,光照充足,病虫害轻,品质好、产量高,是马铃薯理想的生产基地。

3. 次适宜种植区 包括平凉、庆阳市和天水市大部分地区以及河西走廊海拔1 300~1 700 m的地区。本地区光照充足,旱作区降水能满足生长要求,但块茎膨大期易受高温影响而产量较低。

4. 可种植区 包括陇南大部分、天水部分、河西的安敦盆地海拔小于1 300 m的地区以及祁连山区和甘南高原海拔2 600~2 900 m的地区。高温直接影响块茎膨大,块茎较

小；陇东南生长后期降水偏多，多阴天，光照偏少，影响马铃薯淀粉含量及产量。陇中的临潭、夏河、合作等地及河西的肃南、天祝海拔较高地区气温低、热量不足，生长期短，易受霜冻影响，干物质积累差，产量低。

5. 不适宜区 主要分布在海拔大于 2 900 m 的甘南高原的大部分和祁连山的中高山区，该区域海拔高、气温低、无霜期短，马铃薯无法正常生长。但是随着气候变暖，高海拔区逐渐由不适宜区变为可种植区。

（二）山西省马铃薯区划

山西省特殊的气候、地理和土壤条件，使得马铃薯成为当地主要的粮食作物和经济作物，是贫困山区农户快速脱贫致富的最有效途径之一。李荫藩等（2009）将山西省马铃薯生产区域划分为晋北一季作区、晋中一二期混作区和晋南二期作区。

1. 晋北一季作区 主要分布在塞外高寒地区和东西两山地区，重点包括吕梁、大同、朔州、忻州等地市，是山西的主产区，播种面积占全省的 80% 以上，产量占 75% 以上。种植大县主要有平鲁、临县、右玉、五寨、浑源、天镇，其中右玉县马铃薯种植面积和产量分别占本县粮食播种面积和产量的 50.1% 和 69.1%。这一区域海拔多在 1 200 m 以上，年平均气温 6℃ 左右，无霜期 100~140 d，气候冷凉，昼夜温差较大，以克新 1 号、晋薯 7 号等高产、高淀粉、加工型中晚熟品种为主，所产马铃薯表皮光洁、淀粉含量高，除当地食用和加工外，主要销往京津地区和南方省份。近年来，中早熟品种的种植呈良好势头，7 月马铃薯就能上市供应，补淡季之需，经济效益较好。由于海拔高、气温低、风速大，病毒传媒少，繁育马铃薯脱毒种薯退化慢，产量高，是中国的良好繁种区。

2. 晋中一二期混作区 主要指晋中和晋东南平川地区，这一产区气候比较温暖，无霜期 140~160 d，降水量相对较多，种植马铃薯一年一作有余、两作不足。生产上多采用与玉米、蔬菜等作物间作套种方式，以增加单位面积产量，主要作为蔬菜来发展。

3. 晋南二期作区 主要是运城、临汾等市。无霜期 180~220 d，是山西的棉麦主产区，以前种植马铃薯不多，近年由于市场的需求，早熟品种推广较快。生产上选择中薯 3 号、郑薯 5 号、费乌瑞它等品种，春播一茬，秋播一茬，充分利用春、秋两季的凉爽气候和昼夜温差较大的自然条件，所产马铃薯淡季供应本省和南方市场或出口，有较高的经济效益。

（三）陕西省马铃薯区划

马铃薯是陕西省仅次于小麦、玉米的第三大粮食作物，也是主要的蔬菜作物，在陕西尤其是陕北、陕南地区农业经济发展中具有举足轻重的地位。根据陕西省地理、气候特点，结合当地马铃薯生产实际，将陕西省马铃薯生产区域划分为陕北长城沿线风沙区和丘陵沟壑一季单作区、秦岭山脉东段双季间作区、陕南双季单作区。

1. 陕北长城沿线风沙区和丘陵沟壑一季单作区 主要包括陕西省北部榆林和延安两市，是陕西省马铃薯的主产区，播种面积占全省的 60% 以上，其中定边县马铃薯年种植面积达到 100 万亩以上，为陕西马铃薯第一种植大县。长城沿线风沙区平均海拔 1 000 m 以上，年平均气温 8℃ 左右，无霜期 110~150 d，降水量 300~400 mm，地势平坦，地下