



张树权,柴永山,龚士琛,等. 南北美地区农业发展和科技进步对黑龙江省农业科研与生产的启示[J]. 黑龙江农业科学,2019(4): 125-130.

南北美地区农业发展和科技进步对黑龙江省 农业科研与生产的启示

张树权¹,柴永山²,龚士琛³,陈喜昌³,于莹¹,郭永利¹,姚玉波¹,李文华²

(1. 黑龙江省农业科学院 经济作物研究所,黑龙江 哈尔滨 150086;2. 黑龙江省农业科学院,黑龙江 哈尔滨 150086;3. 黑龙江省农业科学院 玉米研究所,黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:为更好地学习和借鉴国外先进技术和经验,从而推动黑龙江省农业科学院承担的国家重点研发计划“粮丰工程”项目的科学实施,促进该项目为黑龙江省粮食增产、农民增收和农业发展服务。黑龙江省农业科学院考察团一行于2018年9月3-12日对美国玉米和水稻、墨西哥玉米、巴西大豆和工业大麻的生产与科研情况进行了全面考察。本文基于实地调研资料,概述了这3个国家的玉米、水稻、大豆及工业大麻生产和科研情况及先进生产经验,从多角度研究南北美地区农业生产和科研进展,总结了其对黑龙江省农业科研与生产的启示,为探索黑龙江省农业供给侧结构性改革,推动结构调整、农业转型升级和高质量发展提供借鉴。

关键词:美国;墨西哥;巴西;玉米;水稻;大豆;工业大麻

2018年9月3-12日,黑龙江省农业科学院考察团一行5人,对美国玉米和水稻、墨西哥玉米、巴西大豆和工业大麻的生产与科研情况进行了全面的考察和访问。考察团深入田间地头、农场、种业、大学等机构与研究人员、农场主进行交流,通过考察和交流,对上述3国的玉米、水稻、大豆及工业大麻生产和科研情况有了深入的了解。本文将此行所见所感进行总结,以期为黑龙江省农业科研与生产提供借鉴。

1 考察的基本情况及其农业生产概况

1.1 美国农业生产情况

1.1.1 美国玉米产业概况 美国玉米种植面积约3 358.87万hm²。2017年玉米总产量约合3.56亿t,产值500亿美元,单产约11 047.5 kg·hm⁻²。美国玉米育种始于1922年,20世纪40年代开始双交种研究,50年代开始单交种研究,育种工作主要集中在种业公司,大学也做育种研究,如高油育种,还有公益性研究工作,如农业工程、大数据、精准农业、非转基因育种、有机农业、公共育种平台

建设、青贮玉米育种等。美国38%玉米用于生产乙醇^[1]。

1.1.2 美国爱荷华州农业生产概况 美国中北部的爱荷华州(Iowa),面积15万km²,人口320万左右,农业仅次于加利福尼亚州。100多年前是北美大草原,土壤有机质含量6%左右,降雨量700 mm,每年4月下旬种植玉米,7月是旱季。爱荷华州拥有世界上1/3的A级黑土,是美国重要的农业州和种业硅谷,孟山都、先正达、拜耳等公司都在爱荷华州设有总部。玉米、生猪、鸡蛋全美产量第一,大豆产量第二,农业产值265亿美元。爱荷华州玉米面积约404.67万hm²,多是连作,造成虫害加重(主要是地老虎)。玉米主要采用平作,秋施肥,施肥量约336.15~433.35 kg·hm⁻²。

1.1.3 美国爱荷华州立大学科研生产情况 考察团访问了美国爱荷华州立大学(Iowa State University)。爱荷华州立大学成立于1858年,是北美62所AAU(北美大学联盟)大学之一,有3.6万名学生,中国学生占十分之一,有8个学院。大学经费10%来自州政府,其余90%靠学费和其他收入。考察团听取了爱荷华州立大学单倍体育种研究室主要负责人乌苏拉·弗雷(Ursula frei)关于美国玉米单倍体育种的报告。该研究室为美国中小种业提供DH系,每一个DH系收费45美元,诱导技术来源于德国霍因海姆大学哈特维格·盖革(Hartwig H. Geiger)先生,同时在盖

收稿日期:2018-11-06

基金项目:国家重点研发计划(2017YFD0300 505,2018YFD0300102)。

第一作者简介:张树权(1965-),男,硕士,研究员,从事经济作物育种栽培研究。E-mail:zsqhlj@126.com。

通讯作者:李文华(1964-),男,博士,研究员,从事作物栽培研究。E-mail:nkylwh@163.com。

革先生研究的基础上又有所改进和提高,特别在糯玉米和爆裂玉米单倍体研究上处于世界领先地位。

美国种子中心是美国种子协会授权的第三方检测机构,于1900年开始种子研究,设有种子实验室、种植加工、种子生理病理实验室,爱荷华州立大学的很多教授在该中心兼职,拥有400个客户,前25位客户都是大种子公司。该中心还承担农民培训任务,每年4月份举行一次种子分析员培训班,夏天每周都要举行一次培训,所有培训都是收费的。考察团参观了美国种子中心种子健康室。种子病理检测主要采用酶联免疫检测技术,采用国家标准或自制标准,每年可检样品1.8万个,相当于每天检测50个样品。考察团还参观了转基因种子测试室和种子加工教学中试设备室,了解了种子数粒机工作过程、种子发芽率检测过程、贮藏库防火及转基因种子检测情况和种子加工、干燥、贮藏、分级情况。

考察团访问了全美四大引种站之一的中北部区域植物引种站(NCRPIS)。该引种站成立于1948年,是一个由美国农业部、12个中北部州的农业试验站、多州NC7项目成员机构及爱荷华州立大学共同创办,州立大学是主管部门。位于距州立大学3.2 km处,占地面积40 hm²,有32名美国农业部和州立大学常设员工,30~70名兼职员工,拥有种子加工基础设施、气候控制种子贮藏、昆虫饲养、信息技术、农业设备、温室、实验室及办公场所。主要保存玉米、向日葵、瓜类、籽粒苋等各类种质资源5.3万份,其中玉米种质资源2.3万份,保存期30~50年,可向世界任何国家研究机构和种业公司无偿发放种质资源。

1.1.4 美国先锋公司科研生产情况 美国先锋公司现有员工2.2万,拥有3个合资公司,3000个经销商,3万个零售商,6个种子基地,10个研究中心,在25个国家建设100个研究站,与中国合作始于1997年。现在先锋公司正加大对农民的增值服务,开拓新市场,尤其加大青贮玉米的研发力度,同时注重特用玉米的研发。美国玉米产量较中国高40%,其产量增加30%来自遗传因素,其余来自农艺措施,考察团参观了先锋公司的自动化温室。该温室占地面积约1.62 hm²,总投资7000万美元,由2个可移动和2个可固

定温室组成,光温湿度可调,温度保持在25℃,湿度60%~80%。自动检测温室面积0.8 hm²,可实现作物表型、生物产量和叶面积的自动检测。先锋公司的试验地展示了玉米祖先大刍草和现代玉米品种、不同施肥量试验、米豆轮作试验等。该试验地玉米种植密度87000株·hm²左右,行距76 cm,品种P1197是目前美国最高产量的玉米品种,产量40 t·hm²,最早熟品种P6909可69 d成熟,最晚熟品种P5027需150 d成熟,全世界有90个国家种植先锋公司的种子。

1.1.5 美国家庭农场生产情况 考察团访问了DES MOINES家庭农场。该农场拥有土地约971.25 hm²,90%种植玉米,拥有仓储能力约6350.25 t。该农场由3名人员管理,忙的季节临时雇佣学生,临时工费用每小时10~11美元,拥有各种整地播种收获机械,基本购自约翰迪尔公司。该农场产品直接卖给收购商,通常比芝加哥期货市场价低0.039美元·kg⁻¹,对于中美贸易战造成的玉米价格低迷问题,农场也考虑改种其他作物,但苦于机械设备不配套和加工销售无门路而无法实施。自2012年以来,农场收入一直呈下降趋势,2012年可收入247.11美元·hm²,现在几乎无利润。农场种植面积最大的玉米品种为先锋公司育成的P1366,平均产量为12700.5 kg·hm²,高于全州平均产量(690.06 kg·hm²)。全部机收,收获时含水量22%~23%。

1.2 美国水稻科研与生产情况

1.2.1 美国水稻生产概况 美国有3个水稻主产区:一是位于德克萨斯州海湾粳稻产区;二是位于密西西比中部地区以籼稻为主配以少量粳稻产区;三是位于加利福尼亚州以类似于日本月光的粳稻品质为主粳稻产区。美国年种植水稻120万hm²,单产约7845 kg·hm²,杂交稻产量高于常规稻25%~30%,单产达到10500~12000 kg·hm²,海湾地区最高产量达到15000 kg·hm²。美国杂交稻种植已经占到总面积的60%,用种量约56.1 kg·hm²,种子成本约人民币2100~2340元·hm²,100%采用机械化直播技术^[2]。

1.2.2 美国水稻科技公司科研生产情况 考察团访问了美国水稻科技公司。该公司是欧洲的列支敦士登王子在20世纪80年代访问美国时投资的100%控股的独资公司,员工450~500人,其

中150人是专业的研究人员,是美国最大尚未上市的私人水稻公司,是全美唯一一家产、学、研于一体公司,也是唯一一家研究杂交水稻的公司。该公司每年生产杂交水稻种子3万t,有30年历史,最初从事水稻常规育种和生产,目前主要开展杂交水稻育种和种子销售。现不仅在美国设立公司,在南美巴西和东南亚的印度也设有公司,配备了科研队伍。科研方面,开展了分子标记技术、花药培养技术、基因编辑技术和转基因技术等研究,几乎对育成的商业化杂交种和亲本都申请了专利保护。全美建立了20个测试点,全球建立了60个测试点^[3]。

20世纪90年代开始与袁隆平合作开发杂交稻,是美国唯一一家购买中国杂交稻专利的公司。在中国除了与湖南水稻杂交中心合作外,还与黑龙江省农业科学院五常水稻所等十几家科研单位开展合作。该公司总裁Michael A·Gumina提出希望与黑龙江省开展水稻育种方面的合作,希望利用黑龙江省水稻种质资源改良美国水稻品质。美国25%稻米从印度和泰国进口,主要是香米类型,这种类型米在美国本土可以生产,但消费者更喜欢原产地商品。考察团体会到水稻直播技术潜力巨大,既可减少投入又能提高效益,而且全程机械化,值得借鉴和学习。

1.3 墨西哥玉米育种与保护性耕作情况

1.3.1 墨西哥农业概况 墨西哥人口1.2亿,面积200万km²,官方用语是西班牙语,是全世界说西班牙语人口最多的国家,盛产玉米、仙人掌、牛油果、辣椒,也是矿产大国。墨西哥的农业种植结构非常丰富,且生产力也很强劲。墨西哥的农业自给率将近50%,其余部分从多国进口,美国是其主要的进口国。墨西哥全国种植面积近3000万hm²,玉米是主要作物种类,种植面积为700多万hm²,包括220万hm²的杂交玉米,以及原品种或本地品种玉米。考察团在位于墨西哥埃尔·巴丹的国际玉米小麦改良中心(CIMMYT)进行了墨西哥玉米小麦科研方面的考察和交流^[4]。

1.3.2 国际玉米小麦改良中心(CIMMYT)科研发展情况 CIMMYT是国际农业研究协商小组(CGIAR)下属的15个国际农业研究中心之一,是一个非营利的国际农业研究和培训机构,成立于1966年。CIMMYT的主要业务活动包括

培育抗病虫和抗其它逆境的玉米小麦新品种;搜集、利用世界各地的玉米小麦遗传资源;研究使玉米小麦生产体系持续发展的新方法;开展自然资源保护、生物技术、作物生理和生态系统管理战略性研究;寻求更有效的科研新方法;提供新的科研信息;提供初、中、高级专业培训,为合作伙伴提供技术咨询。CIMMYT的主要业务部门包括全球玉米项目组、全球小麦项目组、种质资源项目组、可持续农业项目组、社会经济学项目。CIMMYT的研究成果对发展中国家的农业产生了巨大的影响,发展中国家有超过5000万hm²的土地种植了带有CIMMYT亲本的小麦品种,占发展中国家小麦种植面积的70%(不包括中国),中国至少有50%的小麦品种含有CIMMYT小麦种质来源。发展中国家有超过1300万hm²的玉米种植面积采用了带有CIMMYT亲本的玉米品种,其中50%的面积种植的玉米改良品种含有CIMMYT的玉米种质来源^[5]。

CIMMYT现有高级科学家及管理人员180人,来自40多个国家和地区,在17个国家有驻外机构,驻北京办事处主任为何中虎博士。我国与CIMMYT在小麦和玉米育种及人才培养等领域的合作成就包括引进了2.3万份CIMMYT资源,合作育成小麦品种300多个,累计推广4000万hm²,年推广面积约200万hm²,合作育成玉米品种50多个,在西南地区发挥了重要作用;合作发表论文300多篇,举办国际会议等20多次,培养300多名科技骨干,8名CIMMYT科学家获我国政府友谊奖。CIMMYT在中国的上海、河南、云南和广东佛山建有合作中心。

考察团听取了Bruno Gerard博士关于CIMMYT与中国合作30年的报告,参观了全世界最大的小麦玉米种质资源库、长期保护性耕作试验田、小型农机具展示和玉米品种展示示范田。CIMMYT基因库是全世界最大的基因库,保存来自中美洲和墨西哥玉米种子2.8万份,来自全世界15万份小麦种子,保存温度-18℃,保存期50年。CIMMYT长期保护性耕作试验田已经开展试验28年,主要研究免耕、秸秆覆盖、轮作、垄作与平作对水土肥料流失和作物增产的影响。在小型农机具改造示范场,场地摆满了从世界各地收集的小型农机具改造后的样机,这些机具主要

服务于发展中国家。农机具改造以满足不同农艺措施和不同作物的需求,并尽可能降低投入成本和提高精准度,同时适应不同生产力水平和土壤环境。现与 200 个农机厂开展合作,墨西哥境内建设 40~50 个农机试验点。在玉米品种展示试验田,看到了不同年代 CIMMIYTY 选育的品种。CIMMIYT 育种目标与黑龙江省不同,其主要是耐热、耐冷、耐低氮和适宜酸性土壤,抗病、抗生物胁迫和非生物胁迫,从而达到稳产、优质、高产的目的。

1.4 巴西大豆和工业大麻科研与生产情况

1.4.1 巴西农业概况 巴西即巴西联邦共和国,是南美洲最大的国家。国土总面积 851.49 万 km^2 ,总人口 2.01 亿。巴西共分为 26 个州和 1 个联邦区(巴西利亚联邦区),州下设市。巴西的官方语言为葡萄牙语。巴西是农牧业大国,农牧业是巴西经济的支柱产业。巴西拥有优质国有高产良田 3.88 亿 hm^2 ,其中待开发土地 1.06 亿 hm^2 ,84% 人口拥有土地。巴西农业对 GDP 贡献率为 28%,投入劳动力为 37%,42% 的农产品出口。巴西已成为世界上重要的农产品生产国和出口国。咖啡、蔗糖、橙汁、酒精、大豆、牛肉和禽肉的出口居世界首位。欧盟是第一出口地,其次是中国^[6]。

1976-2010 年巴西农业总产量增加 228%,面积增加 31%,单产增加 151%,主要是科技进步的结果,科技对节约土地资源和保护环境起到了积极作用。巴西国家科研体系包括私人公司、国家公立研究组织、公立大学、私立大学、基金和 Embrapa 公司,年投入占 GDP1%。种植业以大农场和小农庄为主,大豆 90% 是转基因品种,95% 的大豆品种来自国外或私人种业公司,现在种植大豆品种有 200 多个,90% 采用化学除草,其余 10% 采用生物防治。大豆大量使用根瘤菌,采用免耕和农牧林结合模式。考察团在巴西农牧业研究公司和巴西国家农业协会进行了巴西大豆和工业大麻方面的考察和交流。

1.4.2 巴西农牧业研究公司的科研情况 巴西主要的农业科研和推广机构是巴西农牧业研究公司和巴西农牧业技术推广公司,分别成立于 1973 和 1974 年,均隶属农业部。巴西农牧研究公司是发展中国家最大的农业科研单位之一,员工

9 800 人,研究人员 2 400 人,拥有高级农业科研人员 2 000 人,在全国有 47 个研究和服务中心,与美国、欧洲、亚洲、非洲开展合作,年经费 10 亿美元。成立 22 年以来,向社会推出科研成果 8 000 余项,投资回收率高达 43%。该公司的主要资金靠联邦政府拨款,同时,还经常接受联合国粮农组织和私人企业委托的研究项目。巴西农牧研究公司已签署了 78 个国际合作协议,于 4 年前在中国成立了实验室,总部设在北京。

根据巴西农业发展的需要,巴西农牧业研究公司近 20 多年来研究的重点主要有 5 个方面^[7]。一是大豆品种改良。20 世纪 70 年代巴西大豆年产量仅 150 万 t 左右,现在大豆的单产从 1 000 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 提高到了 2 000 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。该公司培育出了适合赤道地区生长的 16 个大豆新品种,使巴西成为世界上第一个在低纬度地区试种大豆的热带国家。二是高产品种培育。该公司成功育成了适合本国气候与土壤条件的小麦新品种,其单产大幅度提高,减少了对进口小麦的依赖。此外,为了满足市场的需要,他们还育成了胡萝卜、马铃薯、甘蔗等良种。三是稀树草原研究。1975 年巴西专门成立了一个研究中心,研究稀树草原地区资源的合理开发和利用问题。经过 20 余年的研究和开发,该地区的种植面积已由过去的 450 万 hm^2 扩大到 1 000 多万 hm^2 ,成为巴西重要的农牧业生产和出口基地。四是根瘤菌育种。由于采用根瘤菌育种技术,使巴西每年用于进口氮肥的费用节省了 15 亿美元。五是生物工程研究。在巴西胚胎移植技术方面取得了重要进展,目前处于世界领先水平。

1.4.3 巴西国家农业协会及工业大麻发展情况

巴西国家农业协会有 205 年的历史,是巴西农贸领域最古老的商业机构。在巴西对投资农业有严格的法律规定,外国人不能购买土地和农庄,如果想投资农业,一种方式是参与农业投资基金,另一个是与巴西农业企业合作。巴西法律允许生产工业大麻,但是现在发展很缓慢,主要以生产纤维用工业大麻为主,药用工业大麻尚未开发。巴西农业在长期的发展过程中,形成了独具特色的发展模式,以出口为导向,以科技创新为动力,社会化服务体系健全,农业发展与生态环境保持协调。实践证明,这些发展模式对改造巴西传统农业结

构,促进巴西农业现代化、国际化起到了积极作用。

2 此次考察对黑龙江省农业生产与科研的启示

2.1 美国玉米水稻科研生产对黑龙江省农业发展的启示

2.1.1 建立规模化育种体系,促进育种效率提高 与美国先锋公司和 CIMMIYT 育种家交流中了解到,公司每年配制的玉米杂交组合几万份,充分利用遗传资源,效率高,容易出大品种。而黑龙江省育种团队规模小,碎片化,配制杂交组合数量少,资源利用率低,效率低,难以育出大品种。我们应借鉴美国经验,整合育种资源,建立公共资源平台,提高育种效率。

2.1.2 调整玉米育种目标,加大对脱水快易机收品种和前育种技术的研究 从美国农场主种植的玉米品种及先锋公司的新品种展示田了解到,美国生产上种植的玉米品种株型矮小,秸秆产量低,脱水快,易机收。黑龙江省在育种目标上应紧跟前沿,调整育种思路 and 育种目标,重点加强脱水快、易机收玉米新品种选育,尽快推出适宜机械化收获的新品种,为实现玉米大面积粒收提供技术支持。

2.1.3 扩大新品种新技术展示与示范面积,与种植户紧密结合 在美国每个种业公司都有大量展示和示范田,而且都是与农场主共建,农场主参与度极高,展示示范效果好。每年以科技小镇的形式举办品种、先进技术和先进设备展。我们应借鉴美国的做法,加大品种和技术展示力度,更多地将试验品种和技术展示放在农民的田地里,让更多农民参与其中,从而加快品种和技术的推广力度。多举办农业新技术、新品种和新设备展,通过展示加快推广力度。

2.1.4 重视储备技术和前沿技术研究,加快战略性品种或储备性技术的研究 从美国农业部和能源部支持能源植物柳枝稷的研发案例上看,尽管柳枝稷目前没有大面积推广和开发,但作为能源植物和前沿技术已得到政府支持。对黑龙江省来说,特色经济作物和市场以及具有战略性和潜在性开发价值的作物尚未得到大面积开发利用,如中草药新品种研发,应加大支持力度,给与专项经费持续扶持。

2.1.5 加大黑龙江省水稻直播技术研究 从美国水稻科技公司在美国推广的直播稻技术和品种的成功经验上看,美国的水稻直播技术不但产量高、投入低、品质好,而且全覆盖。尽管黑龙江省也进行了直播稻的品种、品质和技术研究,但总体上产量不稳、品质不佳、栽培技术不过硬。我们应加大水稻直播的技术研究,特别是学习加利福尼亚州的水稻直播技术,来指导全省水稻生产,从而降低生产成本,提高水稻种植效益。

2.2 墨西哥玉米科研对黑龙江省科研发展的启示

2.2.1 利用好 CIMMIYT 资源共享平台,为落后地区农业生产提供廉价技术支持 CIMMIYT 是一个非营利的国际农业研究和培训机构,拥有世界上最多的玉米和小麦种质资源,所有资源都是无偿提供,特别是一些很有利用价值的抗逆种质资源。CIMMIYT 关注的是发展中国家的农业生产问题,更多的是注重抗逆基因的挖掘,提高农作物品种适应性,为生产规模小的地域提供更多技术支持。黑龙江省应加大与 CIMMIYT 的合作及沟通力度,引进更多的优异种质资源来改良作物品种,丰富作物基因库。对黑龙江省农业科研单位及大学来说,应该更多地关注贫困地区农业生产中的技术瓶颈问题,研发适宜贫困地区的农业先进技术。借鉴 CIMMIYT 的经验及科研成果,研发适应黑龙江省农业多样性、功能性需求的先进技术,并具体服务到农户,从而提高农业科技在脱贫过程中的贡献率。

2.2.2 注重保护性耕作技术的应用,不再把高产作为玉米育种的唯一目标 墨西哥玉米生产很注重保护性耕作技术的应用,对指导黑龙江省西部旱区玉米生产有很好的借鉴意义。借鉴墨西哥玉米科研及育种方面的经验,黑龙江省玉米育种应注重分子标记、基因编辑等辅助育种手段的应用,通过提高抗逆性,从而达到稳产、优质、高产的目的,不再把高产作为唯一的追求目标。同时要加大开展前育种技术研发力度,为商业化育种提供技术支撑。

2.3 巴西农业发展对黑龙江省科研和生产的启示

2.3.1 注重生态保护 巴西农业生产很注重保护和利用的关系,尚有 1 亿 hm^2 未利用的土地,同时对稀树草原的研究力度较大,正在应用生物农药和生物肥料来替代农药和化肥。黑龙江省要借

鉴巴西的生态保护经验,加大对黑龙江省黑土地的保护力度,加快农业种植业调整的步伐,优化种植结构,探索绿色农业可持续发展和农业生态保护之间的关系,为绿色农业的发展提供有力保障。

2.3.2 投资巴西农业需认真研究政策 巴西生物和土地资源丰富,气候条件优越,发展农业潜力巨大,但也存在着生产力水平低、通货膨胀严重、经济社会发展不稳定、开放程度低、思想保守及政策不稳等问题。因此,投资巴西农业需谨慎,要认真研究有关政策。

2.3.3 加强与巴西农业科研部门合作,充分利用巴西特有的遗传资源 巴西植物遗传资源丰富,是世界上最大的基因库,尤其是特异的遗传资源丰富。我们应加大与巴西农牧业研究公司(Embrapa)的合作力度,引进巴西特异种质资源,改良农作物品种,促进育种水平提升。

3 结语

黑龙江省农业科学院考察团通过对美国玉米和水稻、墨西哥玉米、巴西大豆和工业大麻的生产与科研情况的全面考察,了解了这3个国家的玉

米、水稻、大豆及工业大麻生产与科研情况,分析了南北美地区农业生产和科研进展,总结了其对黑龙江省农业科研与生产的启示,为探索黑龙江省农业供给侧结构性改革,推动农业产业结构调整、农业转型升级和高质量发展提供了很好的借鉴。

参考文献:

- [1] 赵明,李少昆,董树亭,等.美国玉米生产关键技术与中国现代玉米生产发展的思考——赴美国考察报告[J].作物杂志,2011(2):1-3.
- [2] Marc, Vanacht. 美国水稻生产机械化情况简介[J].农机科技推广,2010(12):15-16.
- [3] 胡继银,蒋艾青, Hu J Y,等.美国杂交水稻现状及发展前景[J].杂交水稻,2011,26(1):81-83.
- [4] 高利梅. NAFTA 框架下的墨西哥农业对我国发展的启示[D].昆明:云南财经大学,2015.
- [5] 万书波,朱建华,阮怀军,等.赴国际玉米小麦改良中心和加拿大农业部研究中心考察报告[J].山东农业科学,2014,46(10):125-127.
- [6] 于越.巴西农业发展现状与中巴合作展望[J].西南林业大学学报(社会科学),2018,2(5):5-9.
- [7] 李晓俐.巴西大豆的成功经验对中国大豆产业的启示[J].世界农业,2013(11):143-145.

Enlightenment of Agricultural Development and Technological Progress in the North and South America Region on Agricultural Scientific Research and Production in Heilongjiang Province

ZHANG Shu-quan¹, CHAI Yong-shan², GONG Shi-chen³, CHEN Xi-chang³, YU Ying¹,
GOU Yong-li¹, YAO Yu-bo¹, LI Wen-hua²

(1. Institute of Industrial Crops, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China;
2. Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China; 3. Institute of Maize Research, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China)

Abstract: In order to learn and draw lessons from foreign advanced technology and experience, so as to promote the scientific implementation of the National Key Research and Development Plan Project undertaken by the Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, and promote the grain production, farmers' income and agricultural development. A delegation led of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences conducted a comprehensive investigation on the production and scientific research of American maize and rice, Mexican maize, Brazilian soybean and industrial hemp from September 3 to 12, 2018. Based on the field survey data, this paper outlined the production and scientific research of maize, rice, soybean and industrial hemp in these three countries and their advanced production experience, studied the progress of agricultural production and scientific research in North and South America from multiple perspectives, outlined its enlightenment on agricultural research and production in Heilongjiang province, and provided reference for exploring agricultural supply-side structural reform in Heilongjiang Province, promoting structural adjustment, agricultural transformation and upgrading and high-quality development.

Keywords: the United States; Mexico; Brazil; maize; rice; soybean; industrial hemp