

李 强, 赵 海, 靳艳玲, 等. 中国甘薯产业助力国家粮食安全的分析与展望[J]. 江苏农业学报, 2022, 38(6): 1484-1491.  
doi: 10.3969/j.issn.1000-4440.2022.06.005

# 中国甘薯产业助力国家粮食安全的分析与展望

李 强<sup>1</sup>, 赵 海<sup>2</sup>, 靳艳玲<sup>2</sup>, 朱金城<sup>1</sup>, 马代夫<sup>1</sup>

(1. 江苏徐淮地区徐州农业科学研究所/农业农村部甘薯生物学与遗传育种重点实验室, 江苏 徐州 221131; 2. 中国科学院成都生物研究所, 四川 成都 610041)

**摘要:** 由于气候变化、贸易战、新冠疫情及局部战争等因素叠加, 对中国粮食安全产生较大影响。本文阐述了甘薯因其产量高、适应性广在保障中国粮食安全中大有可为。未来中国具有发展甘薯产业的空间和基础, 甘薯利用途径趋于多样化。

**关键词:** 甘薯; 粮食安全; 低碳; 乡村振兴; “一带一路”

**中图分类号:** S531 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4440(2022)06-1484-08

## Analysis and perspectives of sweetpotato industry contributing to national food security in China

LI Qiang<sup>1</sup>, ZHAO Hai<sup>2</sup>, JIN Yan-ling<sup>2</sup>, ZHU Jin-cheng<sup>1</sup>, MA Dai-fu<sup>1</sup>

(1. Xuzhou Institute of Agricultural Sciences in Xuhuai District of Jiangsu Province/Key Laboratory of Sweetpotato Biology and Genetic Breeding, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Xuzhou 221131, China; 2. Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China)

**Abstract:** Chinese food security has been impacted by the combination of climate change, trade war, COVID-19 and partial conflict. This paper summarized the characteristics of sweetpotato for its high yield and adaptability in China. Chinese sweetpotato industry has wide space and solid foundation for development in the future, and the utilization ways of sweetpotato tend to be diversified.

**Key words:** sweetpotato; food security; low-carbon; rural revitalization; “Belt and Road”

### 1 国内外粮食安全形势愈发严峻

近年来, 随着全球人口增长, 全球粮食危机越来越突出。联合国粮农组织(FAO)预计, 到 2050 年, 全球人口将增长到 9.0×10<sup>9</sup>, 而对粮食的需求将增加 60%。但各种可以预见和难以预见的风险因素使得全球粮食安全形势日益严峻。

#### 1.1 国际形势处于百年未有之大变局

##### 1.1.1 气候变化等加剧粮食危机 联合国政府间

气候变化专门委员会(IPCC)、FAO 等机构发布报告称, 进入新世纪, 干旱、高温等极端天气发生概率远高于 20 世纪 80 和 90 年代, 严重影响了全球粮食供给<sup>[1]</sup>。

1.1.2 贸易战造成粮食流通不畅 全球经济一体化正在开倒车, 贸易保护主义、极端宗教和民粹主义横行, 以美国为首的西方国家对中国实施战略遏制, 中国粮食贸易市场开放也面临压力, 一旦国外经过政府补贴的农产品大量进入国内市场, 将严重影响国内农户的种粮积极性, 导致外国农产品占据国内市场, 严重冲击中国的粮食安全<sup>[2]</sup>。

1.1.3 新冠疫情导致全球经济和粮食安全“雪上加霜” 2022 年由 FAO、世界粮食计划署(WFP)、国

收稿日期: 2022-07-29

基金项目: 国家甘薯产业技术体系项目(CARS-10)

作者简介: 李 强(1971-), 男, 江苏徐州人, 博士, 研究员, 研究方向为甘薯遗传育种。(E-mail) instrong@163.com

际农业发展基金(IFAD)等多个国际组织联合发布了《2022年世界粮食安全和营养状况》概要。报告指出,2021年全世界有 $7.02 \times 10^8$ 至 $8.28 \times 10^8$ 人面临饥饿,与2020年相比增加了 $4.6 \times 10^7$ 人;自2019年以来,受饥饿影响的人数比疫情前共增加 $1.50 \times 10^8$ 。2021年,全世界约有 $2.3 \times 10^9$ 人处于中度或重度粮食不安全状态,11.7%的全球人口面临重度粮食不安全<sup>[3]</sup>。

**1.1.4 地缘政治格局变化、武装冲突及暴力事件频发影响粮食安全** 俄罗斯是全球最大的小麦出口国,乌克兰则有“欧洲粮仓”的称号,是全球第二大谷物出口国。据世界银行统计,俄罗斯和乌克兰两国的小麦出口量占全球的29%。目前,在俄乌战局的持续影响下,农业生产受到破坏,全球粮食供应链遭到冲击,各国保护主义的声音日益高涨,以至于全球有20多个国家实施了粮食及食品的出口禁令<sup>[4]</sup>。

## 1.2 国内形势不容乐观

**1.2.1 资源缺口加大,生产成本提高 资源约束趋紧,压力大。**中国作为世界上人口最多的国家,稳稳地端好中国饭碗、牢牢地把握粮食安全的主动权显得尤为重要。近年来,中国粮食安全保障能力明显提高,稳定实现“谷物基本自给,口粮绝对安全”,但要清醒地看到,粮食安全紧平衡格局长期存在,影响粮食安全的风险和不确定因素依然很多,并不断加重和增多,许多粮食主产区长期片面追求粮食产量,进一步导致地下水位下降、水土流失、面源污染、土壤有机质减少和生态环境被破坏等问题加剧,造成保证粮食安全生产的资源缺口加大<sup>[2]</sup>。荒漠化、盐碱化等也严重影响耕地的正常使用。全球人均耕地面积在过去70年间从 $0.5 \text{ hm}^2$ 降低到 $0.2 \text{ hm}^2$ (数据来自FAO),而中国的耕地形势更加严峻,人均耕地面积仅为 $0.09 \text{ hm}^2$ ,还不到世界平均水平的一半<sup>[3]</sup>,这无疑加剧了中国粮食安全的压力。

**生产成本提高。**目前种子、农药、化肥等生产资料价格和人工成本居高不下,造成粮食作物种植收益下降,农民不愿意种植粮食作物。同时人口增加及消费需求升级造成粮食保供压力增大,极易推高粮食生产成本,甚至影响粮食生产的可持续性。

**1.2.2 食物来源单一,多样性不足 粮食安全的落脚点是食物安全。**传统的粮食安全主要指“主粮安全”,因为普通百姓的食物80%来源于水稻、小麦、玉米等,现今更要强调食物安全,不仅向耕地、草原、

森林、海洋,也要向植物、动物、微生物要热量、要蛋白质,全方位多途径开发食物资源。2016年,中央一号文件即提出要把“树立大食物观”作为推动农业供给侧结构性改革的重要内容。2022年3月6日习近平在参加政协农业农村界、社会福利和社会保障界委员联组会时再次强调“要树立大食物观”。

从粮食安全的角度看,发展非主粮食物作为主要食物的补充是“大食物观”的重要方向之一。

## 2 甘薯在保障中国粮食安全中大有可为

甘薯[*Ipomoea batatas* (L.) Lam.]是旋花科甘薯属无性繁殖作物,原产于中南美洲,明朝万历年间传入中国,因其高产广适,块根和茎叶均可食用,在中国被快速广泛种植,也是边远地区适宜种植区农民重要的低成本食物来源。

### 2.1 甘薯是粮食安全的底线作物

**2.1.1 甘薯历史上曾为保障粮食安全做出了重要贡献** 历史资料显示,甘薯明朝末年引种到中国,其具有的高产抗灾特点极大地减少了因灾荒而引发的社会动荡。明末清初连年战乱使得“草根木皮皆尽,乃以人为食”,但不到90年,中国人口从清初1655年的 $1.4 \times 10^7$ 人剧增到1741年的 $1.4 \times 10^8$ 人,再经过100多年,到道光三十年(1850年),中国人口达到了 $4.3 \times 10^8$ 人,甘薯等美洲高产作物的引进功不可没,在解决人们吃饱的同时,也为人类繁衍提供了物质条件<sup>[5]</sup>。

20世纪50年代到70年代,甘薯在解决人们饿肚子的问题上发挥了重要作用。毫不夸张地说,甘薯对中华民族的生存、发展和社会稳定做出了重要贡献,许多国民曾有“一年甘薯半年粮”的记忆,更有“甘薯救活了一代人”的说法。

**2.1.2 甘薯适应性广、稳产高产** 中国幅员辽阔,地形复杂,自然条件差异较大,甘薯因其适应性强,在中国广泛种植,东起沿海地区,突破了“胡焕庸线”限制;南到北纬 $18^\circ$ 左右的海南,北到北纬 $48^\circ$ 的克山;海拔跨度从海拔较低的沿海平原至海拔较高的云贵高原,在海拔2000 m的云南新平,鲜薯产量仍可达 $22 \text{ t/hm}^2$ <sup>[6]</sup>。

国家甘薯产业技术体系建设以来,该体系开展了甘薯高产技术研发,连续多年组织了甘薯高产竞赛,综合试验站利用国家甘薯产业技术体系研发的

品种和技术创造了一批高产典型。如 2015 年高产竞赛中,有 24 个高产示范点甘薯干产量超过  $15 \text{ t/hm}^2$ ,3 个高产示范点甘薯干产量超过  $22.5 \text{ t/hm}^2$ ,单产高于谷物类作物所创造的高产记录<sup>[7]</sup>。全国甘薯平均单产水平显著提高,由 2000 年的  $20.8 \text{ t/hm}^2$  提高到当前的  $21.87 \text{ t/hm}^2$ ,鲜薯总产量近  $1.0 \times 10^8 \text{ t}$ 。因此甘薯可以担负起粮食安全底线作物的重要角色。

**2.1.3 甘薯种植制度多样,可搭配性强** 为充分利用光热资源、提高复种指数、培肥地力和增产增效,甘薯在不同区域形成了一年一熟、两年三熟、一年两熟和一年三熟等种植制度。甘薯的栽插和收获时间不像其他作物那样严格,可与其他作物错开生长期,合理利用空间、时间、光能和地力,并缓解农忙季节劳动力紧缺的矛盾,因此是良好的间作、套种作物。在长期的农业生产实践中,甘薯种植形成了多种间作、套种和轮作模式。与玉米以  $1 \text{ hm}^2 6 \times 10^4$  株的密度套种时,鲜薯产量仍高达  $30 \text{ t/hm}^2$ <sup>[8]</sup>。

## 2.2 甘薯是环境友好的低碳作物

**2.2.1 甘薯抗旱、耐瘠、耐盐特性突出** 甘薯抗旱能力较一般作物如小麦、玉米、棉花、大豆等强,这是甘薯稳产的一个重要因素。同时,甘薯的再生能力特别强,其块根和茎蔓均可以作为繁殖器官。悬在地表的茎蔓,只要空气湿度稍高,其节部也可长出新根。因此,干旱对甘薯的损伤以及对产量的影响较其他作物小。在土壤相对含水量 35% 的干旱条件下,鲜薯产量仍能达到  $18.4 \text{ t/hm}^2$ <sup>[9]</sup>。

甘薯耐瘠薄,对土壤的要求不严格。甘薯一般多种在丘陵薄地上,肥力水平偏低,但甘薯根系发达,适应性广,在河北邯郸地区有机质含量不足 0.5%,磷、氮、锌等含量严重不足,速效钾含量居中的新开垦沙荒地上,不需要过多水肥,当年即可获得  $26 \text{ t/hm}^2$  的鲜薯产量,极显著高于玉米、小麦等作物<sup>[10]</sup>。中国四川盆地,风化程度较低的紫色页岩占四川丘陵地区面积的 70% 以上,这种紫色岩土含有丰富的钾、铁、钙、磷等元素,具有开垦为耕地的潜力,但大部分的磷、钾与矿物结合固定在岩土中而不能被植物直接吸收利用,且这种紫色岩土中碳、氮含量较低,土壤颗粒大、密度高,属于贫瘠土,大部分作物不能在这种紫色岩土上正常生长<sup>[11-12]</sup>。紫色岩土在不施肥的情况下,玉米成活率仅接近 50.00%,高粱成活率仅 16.67%,且成活的玉米和高粱均不

能完全结穗;而甘薯成活率可达 100%,其总生物量是玉米的 11.68 倍,是高粱的 30.88 倍,薯块产量达  $22.50 \text{ t/hm}^2$ <sup>[13]</sup>。总的来说,在养分条件适宜的情况下,甘薯产量可达  $80.67 \text{ t/hm}^2$ ,在土壤条件恶劣的情况下,与其他作物相比,甘薯仍能获得理想的产量<sup>[7]</sup>。

开发边际性土地一直是中国新增耕地的主要来源之一。许多未利用的土地,如盐碱、滩涂、沼泽,甚至之前被认为不适宜耕作的沙地、戈壁等土地被开辟成耕地。以中国新疆地区为例,2005 年至 2008 年 12.59% 的新增耕地来自盐碱地;2008 年至 2010 年 6.10% 的新增耕地来自戈壁<sup>[14-15]</sup>。中国盐碱地面积为  $9.913 \times 10^7 \text{ hm}^2$ ,大约占世界盐碱地总面积的十分之一。甘薯对盐碱地也具有理想的适应性和耐受性,在江苏沿海 0.5% 的重度盐碱地种植甘薯,产量仍可达到  $10 \text{ t/hm}^2$ <sup>[16]</sup>。

甘薯具有不择土壤的优良特性,而且已有研究表明,甘薯及其根际微生物可以高效地将土壤中矿物态的磷、钾等转化为植物可吸收的有效态磷、钾等,提高土壤母质的生物活性、增强土壤肥力<sup>[17]</sup>。因此,长期以来,多地农民已形成了将甘薯作为开荒的先锋作物种植于边际土地的耕作习惯,在生产甘薯的同时促进了土壤熟化<sup>[10,18-19]</sup>。

**2.2.2 甘薯抗重金属污染** 甘薯为低富集镉作物。2014 年原中华人民共和国环境保护部(现在已经更名为生态环境部)、原中华人民共和国国土资源部(现为中华人民共和国自然资源部)发布的《全国土壤污染状况调查公报》显示,中国土壤轻微污染、轻度污染、中度污染和重度污染点位总的超标率为 16.1%,耕地土壤点位超标率达 19.4%,耕地土壤环境质量堪忧,其中首要污染物为镉(Cd),其点位超标率为 7.0%<sup>[20]</sup>。

国家甘薯产业技术体系 17 个岗站历时 4 年检测了 77 个观测点的 1 154 份样本的重金属残留,仅极个别样本被发现种植甘薯的土壤中镉、锰超标及甘薯中镉、铅、汞超标。甘薯种植在有着 20 年开采历史的铅、锌矿周边农田土壤(铅、镉含量高达中国土壤背景值的 9.24 倍和 88.17 倍)中,铜、镉、铅仍未富集超标。特别是在各种重金属中,甘薯对中国土壤首要污染物镉的吸收能力最低,为低富集镉作物。在土壤铜、铅、砷、铬和汞含量符合土壤环境质量二级标准,而镉含量超标 1.03~2.83 倍的煤矿土



地复垦区,甘薯镉含量仍未超标。在中度镉污染的土壤生长的甘薯各部位镉含量均不超标<sup>[21]</sup>,而大米镉含量超标13.65~17.35倍,花生镉含量为甘薯的10倍以上。因此,甘薯具有低富集多种重金属的能力,即使在被污染的土壤中种植,甘薯食用部位也具有极高的安全性。

**2.2.3 甘薯抗农药残留污染** 在农药滥用的环境下,甘薯仍能保证自身安全性。国家甘薯产业技术体系21个岗站历时4年检测了62个观测点的374份样本。按农药使用规范操作甚至个别超剂量定向田间试验结果也表明甘薯中都未检测到农药、除草剂残留。对市售甘薯及甘薯茎叶进行300余种农药残留筛查<sup>[22]</sup>,在薯块中检测到9种农药残留,但杀虫剂和除草剂均未超标;在茎叶中检测到7种农药残留,但杀虫剂和杀真菌剂均未超标。与大豆、花生间作的甘薯中辛硫磷、乙草胺残留量均未超标,并且显著低于大豆和花生,表明甘薯对这些农药的吸收量较间作的其他作物低。甘薯的抗污染特性能保证其自身质量安全及其对污染土地的有效利用。

## 2.3 甘薯是美好生活的重要作物

### 2.3.1 甘薯营养全面均衡

**2.3.1.1 淀粉含量高。**甘薯块根的主要成分是淀粉,含量可高达30%(鲜质量)<sup>[23]</sup>。作为一种碳水化合物,淀粉不但可以提供能量,还可用做食品加工和酿造工业的原料,并应用于造纸业、纺织业等。

**2.3.1.2 氨基酸组成合理。**甘薯块根中蛋白质含量较低,仅为1.73%~9.14%(干质量),甘薯蛋白质含有18种氨基酸,其中8种人体必需氨基酸的总含量占总氨基酸含量的39%,明显高于大豆、花生、芝麻等油料作物中的占比<sup>[24,7]</sup>。

**2.3.1.3 不饱和脂肪酸占比高。**甘薯叶片中脂质含量为0.33%~1.03%(鲜质量),块根中脂质含量为0.20%~0.33%(鲜质量)<sup>[25]</sup>,其中不饱和脂肪酸含量约占60%左右,以亚油酸和亚麻酸为主。亚油酸和亚麻酸是人体必需脂肪酸,必须通过食物获取。不饱和脂肪酸具有降低血液中胆固醇和甘油三酯,降低血液黏稠度,改善血液微循环,提高脑细胞活性,增强记忆力等多种保健功效<sup>[26]</sup>。

**2.3.1.4 膳食纤维丰富。**甘薯块根中的膳食纤维包括纤维素、木质素、半纤维素、果胶等,可以显著改变肠道菌群的结构,促进肠道益生菌的生长,同时抑制有害菌群的增殖。甘薯茎叶中的膳食纤维含量高达

6.26%~7.61%(鲜质量),与牛蒡、菠菜等常见的高膳食纤维蔬菜相当<sup>[25]</sup>。

**2.3.1.5 多酚含量高。**甘薯薯皮多酚含量达2.98%~5.34%(干质量),薯肉多酚含量达1.18%~2.38%(干质量),而茎叶的酚类含量达1.4%~17.1%(干质量),平均含量可达7.0%(干质量),是菠菜、芥菜、洋葱、甘蓝等蔬菜的2~3倍<sup>[7]</sup>。

**2.3.1.6 矿物质丰富。**甘薯含有铁、钙、磷、镁、钾、锌等常量及微量元素。薯块干基(100 g)中,常量元素钾含量最高,平均达16.25 mg,磷平均含量为12.48 mg,钙平均含量为7.44 mg,镁平均含量为4.05 mg,钠平均含量为1.60 mg;薯块干基(100 g)中,微量元素铁含量最高,平均为81.5  $\mu\text{g}$ ,锰41.0  $\mu\text{g}$ ,锌22.7  $\mu\text{g}$ ,铜12.8  $\mu\text{g}$ <sup>[7]</sup>。

**2.3.1.7 生物强化作用明显。**甘薯含有丰富的类胡萝卜素、B族维生素、维生素C、维生素E等,尤其是 $\beta$ -胡萝卜素,100 g鲜薯中含量可高达20 mg。 $\beta$ -胡萝卜素是合成维生素A的前体,进入人体后在小肠壁及肝脏中在胡萝卜素双氧化酶的作用下转变成维生素A。摄入含有 $\beta$ -胡萝卜素的食物可以改善人体内维生素A摄入量不足的问题。维生素A强化甘薯,是国际生物强化项目的6大主要粮食作物之一,旨在解决发展中国家妇女儿童维生素A缺乏的问题,并改善其膳食营养结构<sup>[27-28]</sup>。

**2.3.2 甘薯保健功能显著** 甘薯除了含有蛋白质、膳食纤维、矿物质、维生素等营养成分,还含有胡萝卜素、花青素、酚类、黄酮、绿原酸等功能性成分,具有抗氧化、抗菌、抗肿瘤、抗衰老、降血糖、降血脂、预防心脑血管疾病、预防夜盲症、预防便秘、预防肠道疾病、保护肝脏及免疫调节等多种疾病防控功能,是一种具有高营养保健价值的作物<sup>[29-31]</sup>。

**2.3.3 甘薯是克服隐性饥饿的重要选择之一** 随着经济的快速发展,“吃得饱”已不再是难题,但普遍存在营养不平衡或者缺乏某种维生素和矿物质导致的隐性饥饿。FAO资料显示,2020年,由于食物成本增加,约有 $3.1 \times 10^9$ 人无力负担健康膳食,全球约有 $2.0 \times 10^9$ 人处于隐性饥饿状态,而中国处于隐性饥饿状态的人口达 $3 \times 10^8$ 人。现代医学研究结果表明,70%的糖尿病、心血管疾病、肥胖症、癌症、亚健康等慢性疾病都与人体营养元素摄取的不均衡有关,隐性饥饿正成为人们健康的致命杀手<sup>[32-33]</sup>。甘薯因其营养全面均衡,已被作为营养强化作物用于

对抗隐形饥饿,《中国居民膳食指南(2022)》发布的中国居民平衡膳食宝塔中推荐每人每日摄入薯类 50~100 g<sup>[34]</sup>。

## 2.4 甘薯是乡村振兴的优势作物

近年来甘薯已经由传统的粮食、饲料作物逐步转变为效益型经济作物和经济薄弱地区的增收优势作物,也必将成为乡村振兴的优势作物之一。

2.4.1 甘薯收获期可塑性强 充足的生育期是甘薯高产的前提,但甘薯块根为无性营养体,没有明显的成熟期,这是其他以收获籽粒为目标的粮食作物不具备的优势。甘薯早熟品种在生育期约 70 d 时即可收获,产量可达 3 t/hm<sup>2</sup><sup>[35]</sup>。到生育期 110~155 d,鲜薯产量显著增加<sup>[35-36]</sup>。

2.4.2 甘薯的经济效益好 与主要粮食作物相比,甘薯种植比较效益相对更高,淀粉型品种以济宁市泗水县圣水峪镇北东野村村民李彬为例,2019 年种植 1.33 hm<sup>2</sup>济薯 25,产值 3.18×10<sup>4</sup> 元,1 hm<sup>2</sup>纯效益 1.68×10<sup>4</sup> 元。鲜食甘薯收益更高,比如依托国家甘薯产业技术体系岗站专家技术支撑,烟台市海阳市郭城镇五村的烟台齐鲁妈妈电子商务有限公司李海站,利用国家甘薯产业技术体系研发的覆膜轻简化栽培技术在丘陵山地种植 13.33 hm<sup>2</sup>烟薯 25,实现 1 hm<sup>2</sup>收益 6.00×10<sup>4</sup> 元,并将小村打造成“地瓜小镇”;广东省湛江市遂溪县河头镇番薯种植户刘景,返乡创业种番薯,年收入增加近 10 倍,种植 53.33 hm<sup>2</sup>普薯 32,4 月前后收获,1 hm<sup>2</sup>收入 1.80×10<sup>5</sup> 元左右,除去 1 hm<sup>2</sup>成本 3.75×10<sup>4</sup> 元,1 hm<sup>2</sup>纯收入 1.43×10<sup>5</sup> 元左右;河北邢台威县种植户李子云,2021 年种植徐紫薯 8 号 6.66 hm<sup>2</sup>,4 月上中旬栽插,7 月底收获,生长期 100~110 d,1 hm<sup>2</sup>鲜薯产量 6.00×10<sup>4</sup> kg 左右,1 hm<sup>2</sup> 收益在 1.20×10<sup>5</sup> 元以上。菜用甘薯种植效益更高,武汉江夏区山坡街种植户任九红,2016 年种植 6.66 hm<sup>2</sup>菜用甘薯鄂薯 10 号,3 月下旬至 7 月中旬采摘期内,日平均采摘量达到 2 000 kg 以上,个人年均纯利润超过 2.00×10<sup>5</sup> 元,带领 20 多位工人,工人日均工资 100~180 元,每人年增加收入 1.30×10<sup>4</sup>~2.34×10<sup>4</sup> 元,实现脱贫致富。

## 2.5 甘薯是“一带一路”的桥梁作物

2.5.1 中国是世界上最大的甘薯生产国 联合国粮农组织统计数据库统计数据(2020 年)显示,106 个甘薯的生产国家和地区,主要分布在亚洲、非洲、北美洲、南美洲和大洋洲,亚洲和非洲是甘薯的主要

种植大洲。亚洲甘薯种植面积占世界的 37.64%,总产量占 62.56%,其中中国仍然是全球最大的甘薯生产国,种植面积占世界的 30.40%,总产量占 54.97%。非洲种植面积略高于亚洲,总产量仅占世界的 32.18%。甘薯种植面积排名前 10 的国家中,除中国和印度外,其余 8 个均位于非洲,例如尼日利亚、坦桑尼亚甘薯种植面积分别占全球种植面积的 20.42% 和 8.27%。全球甘薯总产量排名前 10 的国家,有 7 个位于非洲。

2.5.2 中国甘薯单产水平居世界前列 亚洲是甘薯高产地区,2020 年全球甘薯平均单产为 12.09 t/hm<sup>2</sup>,亚洲甘薯平均单产为 20.10 t/hm<sup>2</sup>,是全球平均水平的 1.66 倍,中国甘薯平均单产为 21.87 t/hm<sup>2</sup>,是世界平均单产的 1.81 倍;而非洲甘薯平均单产为 6.83 t/hm<sup>2</sup>,仅为世界甘薯平均单产的 56.49%,为中国甘薯单产的 27.43%。

2.5.3 甘薯在“一带一路”国家大有可为 目前中国农业科学院甘薯研究所联合 11 家国内科研优势单位和国际组织,主持申报了“科创中国”“一带一路”国际甘薯产业科技创新院,已获得农业农村部人力资源中心和中国农学会的正式批复,这将为“一带一路”国家甘薯产业合作奠定良好的基础。

## 3 发展甘薯产业具有坚实的基础和美好的前景

### 3.1 中国具有发展甘薯产业的空间和基础

3.1.1 甘薯种植面积趋于平稳 20 世纪 50 年代至 70 年代,甘薯能够满足人们对食物的需求,1978 年前甘薯种植面积一直稳定在 9.0×10<sup>6</sup> hm<sup>2</sup> 左右<sup>[7]</sup>。此后由于中国实行了重大经济政策的改革,粮食生产能力大幅提高,供需矛盾减弱,甘薯已不再是主粮,种植面积呈现下降趋势。进入 21 世纪,甘薯加工技术不断发展,种植甘薯收益有所提高,种植面积下降速度逐步趋缓。据 FAO 统计资料,2005 年之前中国甘薯种植面积占世界甘薯种植面积的 50% 以上。

近年来甘薯的营养价值重新被人们认识,经济效益显著增加。根据国家甘薯产业技术体系调研,许多地区将甘薯作为特色作物和增收优势作物,甘薯种植面积稳定在 3.5×10<sup>6</sup>~4.0×10<sup>6</sup> hm<sup>2</sup>。一方面,为应对粮食危机,非洲甘薯种植面积增加较快,使中国甘薯种植面积在世界甘薯种植面积中的占比有所

下降;另一方面,种植甘薯国家没有补贴政策,甘薯统计面积明显低于实际种植面积。尽管如此,据FAO统计资料,2020年中国甘薯种植面积仍占世界甘薯种植面积的30.40%。

**3.1.2 甘薯利用途径趋于多样化** 目前甘薯的用途发生了很大变化,由单一的粮食作物变为多用途作物,甘薯由“救命薯”、“温饱薯”变为“脱贫薯”、“小康薯”、“致富薯”,从粮食、饲料和工业原料兼用型作物向多样化发展,已经形成多元消费格局。甘薯作为工业原料符合“不与人争粮”的原则,可大幅减少相关行业对口粮的竞争。

### 3.2 国家甘薯产业技术体系已建立“藏粮于技”的科技支撑

自2008年国家甘薯产业技术体系建设启动以来,该体系在国家相关职能部门的领导下,以50个左右的岗站总数、不足 $4\times 10^8$ 元的投入,取得了一系列突破性进展,为甘薯产业的可持续发展提供了有力的支撑,主要包括:

**3.2.1 育成了一批高产优质专用品种** 甘薯是无性繁殖作物,遗传背景特别复杂,从选择的亲本间杂交所产生的大量基因型中鉴定出优良的新基因型极为困难。国家甘薯产业技术体系对块根形成及膨大的机制研究不断深入,产量性状改良取得一系列成果,商薯19、徐薯22、龙薯9号、广薯87、烟薯25、济薯26、苏薯16等品种的育成,使甘薯产量维持在一个较高水平的同时,品质、抗性得到进一步提升<sup>[7]</sup>。

**3.2.2 研发了系列高产高效甘薯栽培技术** 为不断提升甘薯产量,国家甘薯产业技术体系在解析甘薯高产的群体结构、源库协调、光合产物分配等规律及根系生长发育等机制的基础上,研发了测土配方施肥、地膜覆盖、化学调控、水肥一体化等高产栽培新技术,取得了良好的效果<sup>[37-38]</sup>,将甘薯从不敢想象的单季亩产薯干超吨变为了现实。

**3.2.3 机械化生产技术提高了甘薯生产效率** 中国虽然是甘薯生产大国,但机械化生产技术及作业机具的专用化、系列化、高效化程度与美国和日本等国家有较大差距。一方面受中国甘薯机械化生产技术研究起步较晚的影响,另一方面与种植区域土壤地形差异大而机具难以适应多种环境作业有关。为减少人工成本,提升生产效率,国家甘薯产业技术体系已研发出甘薯专用起垄、栽插、施药、除草、去蔓、收获等机械<sup>[39-41]</sup>,并通过农机农艺融合,使甘薯生

产的机械化作业水平显著提升。

**3.2.4 病虫害防控技术为甘薯高产提供了技术保障** 为避免病虫害对甘薯产业造成毁灭性打击,减少其导致的甘薯产量和品质降低及种性退化,国家甘薯产业技术体系对病原鉴定、病虫害发生流行规律、致病机理等方面开展了系统性的工作,在监测预警及关键防控技术方面取得了一系列重要进展,推广了脱毒种苗繁育、综合防控等措施<sup>[42-44]</sup>,降低了甘薯生产的病虫害风险,为高产、稳产、安全生产提供了技术保障。

**3.2.5 加工技术的发展推动了消费对甘薯生产的促进作用** 国家甘薯产业技术体系的发展推动了淀粉加工及衍生产品技术的升级,甘薯食品、发酵类产品及加工副产物等综合开发利用技术的研发促进了甘薯消费,并通过消费所形成的新需求增强了甘薯产业链的活力,引导甘薯生产规模的扩大<sup>[45-46]</sup>。

### 3.3 国家甘薯产业技术体系支撑甘薯产业进一步发展的设想

国家现代农业产业技术体系建设是保障农业可持续发展的重要创新,在国家现代农业发展的新形势下,甘薯产业技术体系将一如既往地持续为国家现代农业产业发展、保障国家粮食安全贡献力量。

**3.3.1 加强顶层设计提升支撑产业发展能力** “十四五”期间,甘薯产业技术体系将围绕产业发展关键问题进行核心技术联合攻关,以“种业自立自强、耕地质量提升、种植轻简绿色、加工链长效高、产品营养安全”为核心,围绕国家粮食和生态安全等战略需求,解决产业突出问题,集中攻关突破甘薯在边际性土地、贫瘠土壤上高产优质等“卡脖子”技术,提高耕地有效利用率,实现“优良品种选育-健康土壤培育-绿色安全生产-居民营养提供”的目标。集聚甘薯产业技术体系智慧,打造产业振兴甘薯样板和品牌。根据不同薯区的优势和甘薯的用途,打造淀粉加工用甘薯、食品加工用甘薯、鲜食甘薯、菜用甘薯等“一县一业”样板。同时甘薯产业技术体系将重点支持乡村振兴、科技帮扶县产业发展,提升甘薯产业技术体系支撑产业发展的能力,在全国甘薯产区打造具有区域特色的甘薯产业园、特色小镇和示范基地。

**3.3.2 强化提升甘薯产业技术体系组织协调能力** 在科技创新方面,积极联合甘薯产业技术体系内外科研力量,形成国家层面的甘薯科技创新集团军,



通过人才、项目等资源的整合,快速改变各自为战、低水平重复的现象,形成事业共同体和活力十足的真团队,实现原有的点状单打独斗向点线面结合的联合创新转变,共同为甘薯产业发展和科技创新做出贡献。在科技服务方面,强化体系内外合作与协同创新,加强与推广体系衔接、与地方政府、相关学会和协会合作,联合打造样板,解决产业问题,服务乡村振兴。

## 4 结 语

甘薯具有高产、稳产、营养丰富的特点,可以作为主粮供应的重要补充,食物多样化的重要种类;同时,作为工业原料,它可以作为工业用粮的替代,因此,可以在总量供应上保障中国的粮食安全。甘薯农药、重金属残留量低,可保障其自身产品的质量安全;甘薯营养价值高、保健功能全面,是一种优质的食物资源;种植甘薯不但可以保障人们“吃得饱”、“吃得安全”,还能保障人们“吃得营养”、“吃得健康”。总之,甘薯是一种综合优势突出的作物,长期、广泛的种植实践已获得社会各阶层的普遍认可。进一步发展甘薯产业对于可持续的粮食安全保障体系建设具有重要的战略意义,特别符合中国“藏粮于地、藏粮于技”的粮食生产方针,也是“大食物观”的重要体现。

## 参考文献:

- [1] LEE H L. The impact of climate change on global food supply and demand, food prices, and land use [J]. Paddy and Water Environment, 2009, 7(4): 321-331.
- [2] 张文超,陈展鹏,曹 鹏,等. 改革开放以来我国粮食安全的成就与面临的挑战[J]. 作物研究,2021,35(5):423-426.
- [3] 世界粮农组织,世界农发基金会,联合国儿童基金会,等. 2022年世界粮食安全和营养状况:调整粮食和农业政策,提升健康膳食可负担性——概要[R/OL]. (2022-07-11) [2022-07-18]. <https://doi.org/10.4060/cc0640zh>.
- [4] 环球网. 国际大米价格接棒小麦节节攀升,专家:更担心大米出口禁令[EB/OL]. (2022-06-13) [2022-07-18]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1735502941046980716&wfr=spider&for=pc>.
- [5] 葛光曜,沈伯迪,黄嗣彬,等. 浅析清初我国人口剧增的可能原因[J]. 中国人口·资源与环境,2014, 24(3):231-234.
- [6] 李明福,徐宁生,陈恩波,等. 海拔差异对紫色甘薯品种的影响[J]. 中国农学通报, 2011, 27(15):206-211.
- [7] 马代夫,刘庆昌,张立明,等. 中国甘薯[M]. 南京:江苏凤凰科学技术出版社, 2021.
- [8] 向红梅,黄文美,李桂平,等. 玉米与不同密度甘薯套种对甘薯产量的影响[J]. 农技服务,2009,26(5):30.
- [9] 张海燕,解备涛,汪宝卿,等. 不同甘薯品种抗旱性评价及耐旱指标筛选[J]. 作物学报,2019, 45(3):419-430.
- [10] 孙钦龙,柯居正,白有善. 开发沙荒地的先锋作物——甘薯[J]. 河北农业科技,1993(3):10.
- [11] ZHU B, WANG T, YOU X, et al. Nutrient release from weathering of purplish rocks in the Sichuan Basin, China [J]. Pedosphere, 2008, 18(2):257-264.
- [12] DENG X G, ZHU F, LI J Y, et al. Genetic diversity and phylogenetic analysis of sweet potato feathery mottle virus and sweet potato virus G in Sichuan, China[J]. J Plant Pathol, 2014, 96(1): 215-218.
- [13] DING Y Q, JIN Y L, HE K Z, et al. Low nitrogen fertilization alter rhizosphere microorganism community and improve sweetpotato yield in a nitrogen-deficient rocky soil [J]. Frontiers in Microbiology, 2020, 11:1-14.
- [14] 张增祥,赵晓丽,汪 潇. 中国土地利用遥感监测[M]. 北京:星球地图出版社,2012.
- [15] 赵晓丽,张增祥,汪 潇,等. 中国近 30a 耕地变化时空特征及其主要原因分析[J]. 农业工程学报,2014,30(3):1-11.
- [16] 王 欣,刘亚菊,张允刚,等. 江苏沿海滩涂盐渍地甘薯新品种适应性研究[J]. 江苏师范大学学报(自然科学版),2016, 34(4):33-35.
- [17] DING Y Q, YI Z L, FANG Y, et al. Multi-omics reveal the efficient phosphate-solubilizing mechanism of bacteria on rocky soil [J]. Frontiers in Microbiology, 2021,12: 1-13.
- [18] 陈功楷,康华靖,朱建军,等. 甘薯产业现状分析与未来发展对策——以浙江温州地区甘薯生产为例[J]. 上海农业学报, 2012,28(2):110-113.
- [19] 沈其文,黄志谋,蔡克桐,等. 湖北甘薯机械化作业栽培模式技术研究[J]. 农业开发与装备, 2016(4):142.
- [20] 环境保护部,国土资源部. 全国土壤污染状况调查公报[J]. 环境教育, 2014(6):8-10.
- [21] 靳艳玲,丁 凡,刘国强,等. 紫甘薯花青素的成分特点及产品研发[J]. 粮食与饲料工业, 2020(4):38-43.
- [22] 靳艳玲,蒋 剑,方 扬,等. 成都市售甘薯农药残留调查[J]. 农业与技术, 2018(11):18-19.
- [23] 靳艳玲,杨 林,丁 凡,等. 不同品种甘薯淀粉加工特性及其与磷含量的相关性研究[J]. 食品工业科技, 2019, 40(13): 46-51.
- [24] 木泰华,孙红男,张 苗,等. 甘薯深加工技术[M]. 北京:科学出版社, 2014.
- [25] ISHIDA H, SUZUNO A H, SUGIYAMA N, et al. Nutritive evaluation on chemical components of leaves, stalks and stems of sweet potatoes (*Ipomoea batatas* pair) [J]. Food Chemistry, 2000, 68(3):359-367.
- [26] 木泰华,张 苗. 甘薯油的“秘密”[M]. 北京:科学出版社, 2019.
- [27] HARVESTPLUS. Disseminating orange-fleshed sweet potato: find-

- ings from a harvestplus project in mozambique and Uganda [R/OL]. (2017-03-21) [2022-7-18]. <https://www.docin.com/p-1873411834.html>.
- [28] BOUIS H E, SALTZMAN A. Improving nutrition through biofortification; a review of evidence from Harvest Plus, 2003 through 2016[J]. *Global Food Security*, 2017, 12: 49-58.
- [29] GARNER T, OUYANG A, BERRONES A J, et al. Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) attenuates diet-induced aortic stiffening independent of changes in body composition [J]. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 2017, 42 (8): 802-809.
- [30] KAZUHIRO K, MASAKI N, NAOYUKI A, et al. Lipid-soluble polyphenols from sweet potato exert antitumor activity and enhance chemosensitivity in breast cancer [J]. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition*, 2021, 68 (3): 193-200.
- [31] LUO D, MU T H, SUN H N. Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaf polyphenols ameliorate hyperglycemia in type 2 diabetes mellitus mice [J]. *Food & Function*, 2021, 12 (9): 4117-4131.
- [32] WORLD HEALTH ORGANIZATION. Guidelines on food fortification with micronutrients[R]. Geneva: WHO, 2006.
- [33] 樊胜根. 重塑食物系统, 根除“隐性饥饿”[J]. *食品安全导刊*, 2020(7): 58-59.
- [34] 中国营养学会. 中国居民平衡膳食宝塔 [EB/OL]. (2022-04-26) [2022-07-18]. <http://dg.cnsoc.org/upload/affix/20220426154943388.jpg>.
- [35] 闫 会, 张允刚, 刘亚菊, 等. 生育期对徐紫薯 8 号品质及结薯性的影响[J]. *江苏农业学报*, 2019, 35(1): 9-14.
- [36] 夏家平, 杜祥备, 韩 杨, 等. 不同种植密度和生育期对鲜食型甘薯皖薯 5 号产量及干物质积累的影响[J]. *南方农业学报*, 2018, 49(11): 2186-2192.
- [37] 刘 明, 胡亚亚, 张爱君, 等. 紫薯新品种冀紫薯 2 号特性及其“三高”栽培技术[J]. *河北农业科学*, 2019, 23(6): 73-78.
- [38] 张 磊, 王 勃, 商丽丽, 等. 不同地膜覆盖对鲜食型甘薯农艺性状和产量的影响[J]. *湖北农业科学*, 2021, 60(11): 31-34.
- [39] 王公仆, 胡良龙, 胡志超, 等. 甘薯机械移栽浇水作业模式简析[J]. *江苏农业科学*, 2018, 46(8): 212-215.
- [40] 申海洋, 纪龙龙, 胡良龙, 等. 甘薯收获期薯块机械物理特性参数研究[J]. *中国农机化学报*, 2020, 41(12): 55-61.
- [41] 王 钊, 文定军, 高文川, 等. 陕西关中地区鲜食型甘薯机械化生产技术规程[J]. *中国种业*, 2021(5): 111-113.
- [42] 王容燕, 高 波, 马 娟, 等. 不同杀线剂对甘薯茎线虫病的防治效果[J]. *山西农业大学学报(自然科学版)*, 2018, 38(1): 45-47.
- [43] 杨冬静, 谢逸萍, 孙厚俊, 等. 一种苗期甘薯黑斑病精准抗性鉴定方法[J]. *江苏师范大学学报(自然科学版)*, 2019, 37(2): 35-36, 40.
- [44] 秦艳红, 王 爽, 田雨婷, 等. 烟粉虱中甘薯双生病毒(Sweepoviruses)半巢式 PCR 快速检测技术的建立与应用[J]. *植物保护*, 2022, 48(1): 168-172.
- [45] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中华人民共和国国家标准化管理委员会. 食用甘薯淀粉: GB/T 34321-2017 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017: 1-5.
- [46] 靳艳玲, 丁 凡, 方 扬, 等. 甘薯对土壤中镉的吸收特征研究[J]. *食品质量安全检测学报*, 2020, 24(11): 9194-9200.

(责任编辑: 陈海霞)