

沈群教授主持“谷子的发展与营养”特约专栏文章之二

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2022.04.009

李顺国, 刘斐, 刘猛, 等. 中国谷子种植历史演变及未来发展方向[J]. 粮油食品科技, 2022, 30(4): 60-67.

LI S G, LIU F, LIU M, et al. Historical evolution and future development direction of foxtail millet planting in China[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2022, 30(4): 60-67.

中国谷子种植历史演变及 未来发展方向

李顺国¹, 刘斐², 刘猛¹, 赵文庆¹, 赵宇¹

(1. 河北省农林科学院 谷子研究所, 河北省杂粮研究实验室, 河北 石家庄 050035;

2. 河北地质大学 经济学院, 河北 石家庄 050031)

摘要: 谷子是我国北方旱作农业起源的代表, 在距今 8 000 年左右完成驯化并开始种植, 在距今 5 000 年左右粟作栽培逐步占据粮食生产主导地位, 距今 2 000 年左右达到史前时期的顶峰。夏商周是粟作原始生产技术向传统农业技术过渡时期, 牛耕和铁农具出现以及精耕细作栽培技术使春秋战国时期粟作栽培取得突破进展, 秦汉时期粟种植区域继续扩大, 至魏晋南北朝时期, 传统粟作也达到了繁盛阶段。进入隋唐时期, 稻、麦地位逐步上升, 逐步取代粟的传统地位, 但在传统的黄河流域, 谷子仍然占据主粮地位。元宋时期, 小麦继续向南方传播, 粮食生产地位逐步超过谷子。明清时期, 为满足急剧增长的人口粮食需求, 玉米、甘薯等高产作物种植面积快速扩大, 但谷子仍是北方重要的粮食作物。建国以后我国谷子种植面积持续下降, 经历了主粮时期、主粮向杂粮过渡时期和杂粮时期三个阶段, 主要原因在于单产提升较慢、栽培繁琐、消费需求减少和政策缺失。新时期, 谷子具有的营养、生态以及文化属性给谷子产业发展带来新机遇。未来, 我国谷子种植面积将稳中有升, 优质食用、营养保健、加工专用等特色品种需求成为趋势, 加工产品类型将更加丰富, 谷子产业逐步向功能化、品牌化、精品化和高端化方向发展。

关键词: 谷子; 粮食; 种植历史; 演变; 发展方向

中图分类号: TS213; S-1 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2022)04-0060-08

网络首发时间: 2022-06-30 17:08:12

网络首发地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3863.TS.20220629.1758.028.html>

Historical Evolution and Future Development Direction of Foxtail Millet Planting in China

LI Shun-guo¹, LIU Fei², LIU Meng¹, ZHAO Wen-qing¹, ZHAO Yu¹

(1. Institute of Millet Crops, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences/Key Laboratory of Minor Cereal Crops of Hebei Province, Shijiazhuang, Hebei 050035, China; 2. School of Economics, Hebei GEO University, Shijiazhuang, Hebei 050031, China)

收稿日期: 2022-04-02

基金项目: 国家现代农业产业技术体系专项(CARS-06-14.5-A33); 国家重点研发专项(2019YFD1001705)

Supported by: National Modern Agricultural Industry Technology System Special Project(No. CARS-06-14.5-A33); National Key Research and Development Project of China(No. 2019YFD1001705)

作者简介: 李顺国, 男, 1976 年出生, 硕士, 研究员, 研究方向为谷子市场动态与产业发展研究。E-mail: lishunguo76@163.com. 作者详细介绍见 PC10.

Abstract: Foxtail millet are representative of the origins of dry farming in the north of China, having been domesticated and cultivated around 8 000 years ago, with *setaria italica* cultivation gradually dominating food production around 5 000 years ago and reaching its peak in the prehistoric period around 2 000 years ago. During the Xia, Shang and Zhou Dynasties, a period of transition from primitive *setaria italica* production techniques to traditional agricultural techniques, the emergence of oxen and iron farming tools and intensive cultivation techniques led to a breakthrough in *setaria italica* cultivation during the Spring, Autumn and Warring States period. Foxtail millet cultivation areas expanded during the Qin and Han Dynasties, and traditional *setaria italica* cultivation flourished during the Wei, Jin and North and South Dynasties. During the Sui and Tang dynasties, rice and wheat gradually rose in prominence, gradually replacing the traditional status of *setaria italica*, but in the traditional Yellow River basin, foxtail millet still occupied a staple food position. During the Yuan and Song dynasties, wheat continued to spread to the south and grain production gradually overtook cereals. During the Ming and Qing dynasties, the area planted with high-yielding crops such as maize and sweet potatoes expanded rapidly to meet the food needs of the rapidly growing population, but foxtail millet remained an important grain crop in the north. After the founding of the People's Republic of China, China's foxtail millet acreage continued to decline, going through three phases: the period as a staple food, the transition period from staple to miscellaneous cereals, and the miscellaneous cereal period, mainly due to slower yield increases, cumbersome cultivation, reduced consumer demand and a lack of policy. In the new era, the nutritional, ecological and cultural attributes of foxtail millet will bring new opportunities for the development of the foxtail millet industry. In the future, China's foxtail millet planting area will rise steadily, the demand for high-quality edible, nutritional and health care, special processing and other special varieties will become a trend, the type of processed products will be more abundant, and the foxtail millet industry will gradually develop in the direction of functionalization, branding, quality and high-end.

Key words: foxtail millet; grain; planting history; evolution; direction of development

粟即谷子,脱壳后为小米,曾长期位居五谷之首,被誉为中华民族的哺育作物。沿黄河流域分布以种植粟(*Setaria italica*)和黍(*Panicum miliaceum*)为代表的北方旱作农业起源与沿长江中下游地区以种植稻谷(*Oryza sativa*)为代表的南方稻作农业起源构成了中国农业起源中心^[1],从而中国成为世界四大农业起源中心区之一。我国谷子从早期驯化种植到历代发展变迁,贯穿了整个中华民族发展历史,从占统治地位的主粮作物逐步演变为现在的杂粮作物,是我国农耕文明的典型代表。围绕谷子的起源驯化、传播路径、良种繁育、栽培耕作、收获加工、饮食以及衍生出的营养保健功能、实物货币功能、实物地租功能、生态环保功能、环境友好功能、度量衡、节气、税收、民俗、传说、典故、诗歌文学、语言文字、红色精神等形成了我国传统粟作文化^[2]。

尽管目前谷子已成为杂粮作物,但由于谷子具有耗水少、抗旱耐瘠、营养丰富均衡、粮饲兼用、农耕文明深厚等特点^[3-7],在老少边贫地区谷子仍为重要的粮食作物,在粮食安全中发挥着不可替代的作用;在干旱半干旱、季节性休耕和压采地下水等区域,由于谷子抗旱性突出,成为这些区域的比较优势作物和极具发展潜力作物;谷子所具备的营养属性与文化属性,使其成为主产区特色优势产业,敖汉小米、武安小米、沁州黄小米等一批知名区域公用品牌发展迅速,同时,谷子产业在脱贫攻坚、农民增收中也发挥着重要支撑作用,为此,谷子产业高质量发展对巩固脱贫攻坚、乡村振兴以及农业高质量发展具有重要意义。本文梳理了谷子在原始农业、古代农业与近现代农业时期的粮食地位变迁,阐述了谷子产业未来生产及发展方向,为指导产业高质量发展

具有借鉴意义。

1 原始农业时期谷子的驯化栽培

1.1 史前原始粟作的产生和发展

谷子驯化时间起始于距今一万年前后,河北徐水南庄头、北京东胡林遗址的粟类淀粉距今11 000~9 000年^[8-9]。从遗址浮选出土的炭化粟粒虽然形态上已具备栽培粟的基本特征,但尺寸较小,或属于由狗尾草向栽培粟进化过程中的过渡类型。距今8 000年前后是农业起源的关键阶段,这一时期代表性遗址有河北武安磁山遗址、河南新郑裴李岗遗址和沙窝李遗址、甘肃秦安大地湾遗址、内蒙古自治区敖汉兴隆沟遗址^[10-12]。在河北武安磁山遗址发现大量贮存粮食的窖穴(灰坑),据测算贮存炭化粟达70 000 kg左右,贮存粮食规模之大举世罕见。遗存有粟和黍两种小米,但以黍为主,主要原因是黍比谷子更加耐旱、耐寒。出土了以石镰、石铲、石刀、石斧、石磨盘与石磨棒为主的粮食生产与加工工具,证明磁山先人已摆脱蒙昧状态,有较发达农业,并种植粟类作物。出土遗存证明这一时期谷子在中国北方完成了驯化并开始种植,以种植黍为主,粟为辅。

1.2 史前原始粟作的兴盛

从距今5 000~2 000年的我国考古遗存可看出,出土粟逐步增多、黍逐步减少,也表明从距今5 000年左右,我国北方粟种植呈上升趋势,并逐步成为主粮作物。史前遗址地域分布更加广泛,涉及仰韶文化、大汶口文化、红山文化、马家窑文化等。如大地湾遗址仰韶文化晚期出土的粟明显多于黍,H219中黍米粒仅占总数的0.7%;周原王家嘴遗址龙山时代遗存中浮选出粟5 826粒,黍160粒,粟占绝对多数^[13]。这一时期出土的用于松土翻土的石铲等工具也更加规范化,形态几乎和商周时期的同类器物无区别。原始粟作栽培工具的发展带来粟作农业的蓬勃发展,粟作栽培完全占据主导地位,并达到史前时期的顶峰。

2 古代粟作农业地位演变

2.1 传统农业萌芽期粟作发展

随着金属农具的出现和使用,农业生产水平显著提高,实现了原始农业向传统农业的转变,

人类社会也从原始社会进入奴隶社会。公元前约2 000年之后,相继建立了夏、商、周三个奴隶制王朝,农业发展进入传统农业萌芽期。通过考古学证据,夏商西周时期黍的考古发现很少,而粟的考古遗传发现较多,表明粟已成为北方主要粮食作物,遍布黄河流域。商周时期,粟的种植已经传播到南方地区,如云南剑川县海门口,出土了公元前1150年的成把谷子^[14],粟在商朝是栽培最广、产量最大的粮食作物^[15]。这一时期青铜工具逐步应用到农业生产,耦耕、垄作、条播、中耕以及选种、治虫等农业技术陆续出现,处于原始农业生产技术向精耕细作为特点的传统农业生产技术过渡时期^[16]。

2.2 传统粟作起步、发展和兴盛

到春秋战国时期,粮食作物种植结构发生重大变化,在北方黄河流域,大豆上升为与粟并列的主粮作物,麦也得到较快发展,黍的地位则相对下降。这一时期粟作栽培取得突出进步,一是牛耕和铁农具的出现极大提高了农业生产效率;二是总结出适时播种、合理密植、多粪肥田、实施灌溉等精耕细作栽培技术。到秦汉时期,谷子的种植区域相继扩大,南方在实行垦荒制中开始种植谷子,在江苏邗江、湖北光化、湖南长沙、广西贵县和四川成都等地西汉墓中常发现有谷子随葬,谷子也传播到遥远的边疆地区。这一时期谷子产量有很大提高,常规亩产在50~60 kg之间^[13]。魏晋南北朝时期,南方谷子种植得到空前发展,小米甚至成为江南人民的主食之一,改变人民饮食习惯,传统粟作也达到繁盛阶段。北方人口的南迁促进粟作南移。东汉末年至南朝初期,受长久战乱和政治中心南迁的影响,北方人口出现大迁移,不仅带去北方文化,还带去粮食品种及栽培技术。东晋南朝时期,由于政权以及大量人口南移,形成以长江下游建康为都城的政治中心,政治中心必须要解决粮食问题,仅靠原先单一的稻作不能满足需求,必须大力发展水旱并举增加粮食生产^[17]。

2.3 隋唐以后传统粟作的衰退

进入隋唐时期,稻、麦地位逐步上升,逐步取代粟的传统地位,但在传统黄河流域种植区,

谷子仍然占据主粮地位。虽然谷子种植面积受小麦和其他粮食作物种植扩大有所下降,但生产总量仍然不低,并且品种也较以前增多,是百姓向朝廷纳完赋税最重要的粮食作物,粟、稻、麦成为当时三大主粮。中唐以后稻逐渐代替谷子在全国粮食生产中的首要地位,麦也紧紧跟上与谷子处于同等地位,这是传统粟作由盛而衰的转折点。元宋时期,麦向南方传播、种植面积进一步扩大,地位逐步超过谷子,这样原来以粟、麦为主的粮食结构,被稻、麦为主的粮食结构所替代,粟作开始落后于稻、麦并开始逐步拉开差距。但这一时期,谷子仍具有特殊的农业经济地位,在北方仍是重要的粮食作物^[13]。小麦对耕作技术和水分需求都比较高,而谷子对环境条件的要求较低,耐旱、耐瘠、稳产的特性致使其在干旱半干旱地区种植优势明显。明清时期,我国种植结构再次发生重大调整,为满足急剧增长的人口粮食需求,玉米、甘薯等高产作物得到广泛栽培,在明清两代两百年间迅速传遍二十多个省份,低产作物退到次要位置,但谷子依旧是北方重要粮食作物^[18-19]。谷子在西北地区是主导粮食作物,在黄土高原部分地区的种植比例高于麦类作物,在开荒地区、干旱半干旱地区谷子的种植比例依然很大,因其营养全面的特性而成为孕妇、婴幼儿、老年人的廉价营养食品。

3 近代谷子的种植情况

中国近代史从第一次鸦片战争到新中国成立,经历了半殖民地半封建社会、北洋军阀的统治、国民革命运动、抗日战争和解放战争革命史,是中华民族打倒帝国主义实现民族解放、打倒封建主义实现人民富强的斗争史。1840年鸦片战争爆发,中国逐渐沦为半殖民地和半封建社会,中国的农村经济与农业生产也随之发生深刻变化,传统“男耕女织”的自然经济结构开始解体。清代末期,西方近代农业科技开始受到重视,农桑学校、农业试验场和农业推广机构等开始在中国兴办,农学研究逐渐走上与新的科学技术相结合的道路。

近代中国,受战争、自然灾害以及新作物引进等因素的影响,农业种植结构发生较大变化,小麦、玉米已成为北方地区主要粮食作物,黄河流域干旱的自然条件,使谷子保持重要粮食作物

类型的地位,并向旱薄地扩展。除南方少量种植外,谷子主要分布在我国西北、华北和东北地区,谷子不仅营养丰富,而且谷草可作为主要的牲畜饲料,所谓“兵马未动,粮草先行”,在历代战争中发挥重要作用,同时也为农业生产中畜力提供良好的饲草,为农业生产的发展发挥重要作用。因此,在中华民族整个发展历史中,谷子起到民族哺育的作用。直至解放前夕,河北、山东、河南、陕西、山西等省的谷子播种面积仍处于农作物播种面积的重要地位。1938年全国谷子面积达到1 000万 hm^2 ,占粮食作物种植面积的17%,仅次于水稻、小麦、玉米排在粮食作物的第四位,而在北方地区则位居第三位,种植面积达到最高时期。

4 建国后谷子在粮食中种植地位变化

1949年全国谷子种植面积达到920万 hm^2 ,占粮食作物种植面积的8.4%,种植面积排在粮食作物的第四位,仍然是北方的主粮作物。目前杂粮通常是指水稻、小麦、玉米、大豆和薯类五大作物以外的粮豆作物。本文按照谷子与大豆、薯类种植面积消长的将1949年以来谷子种植历史划分为主粮期、主粮向杂粮过渡期和杂粮期三个历史时期。

4.1 谷子为主粮作物时期(1949—1974年)

1949—1974年谷子全国种植面积在983.5~528.7万 hm^2 之间,占粮食作物播种面积的8.4%~4.4%之间(图1)。其中1955—1960年是我国谷子种植面积快速下降期,生产面积从892.9万 hm^2 下降到570.4万 hm^2 ,5年间下降322.5万 hm^2 ,平均每年下降64.5万 hm^2 ;这期间薯类种植面积由1 005.4万 hm^2 上升到1 353.1万 hm^2 ,大豆种植面积由1 144.2万 hm^2 降为934.8万 hm^2 (图2)。主要原因是建国后为解决人民温饱问题,种植小麦、玉米、薯类等产量较高的粮食作物,谷子产量相对较低,种植面积逐步萎缩。1974年我国谷子种植面积528.7万 hm^2 ,占粮食种植面积的4.4%,在粮食作物中排在水稻、玉米、小麦、薯类和大豆之后。这一阶段,我国进行土地改革,在解放初期促进农业生产发展。同时,这一时期是我国粮食短缺阶段,提高粮食总产是粮食生产的重要目标,为满足人们温饱,粮食来源多元化,谷子依旧为北方主要食物来源和粮食作物。

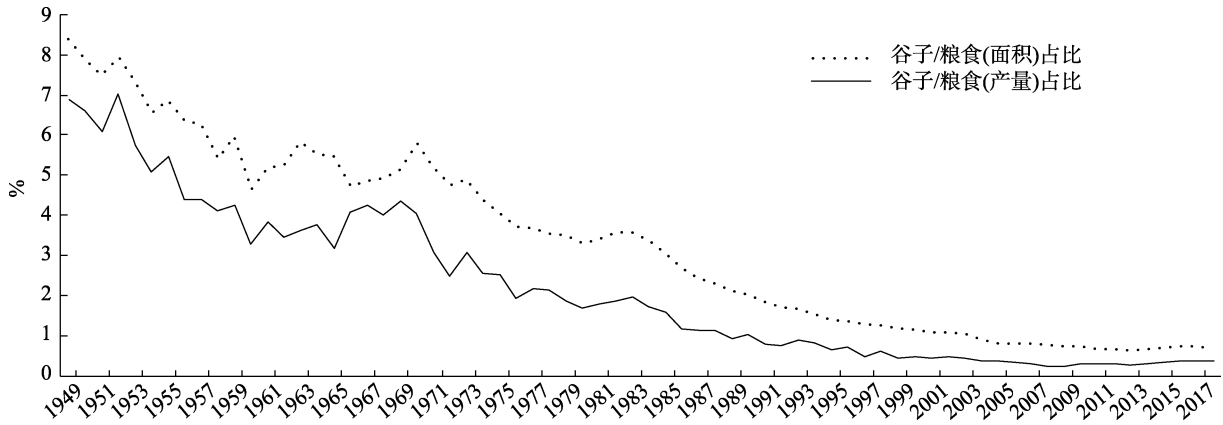


图 1 1949—2018 年谷子种植面积、产量占粮食作物的比例

Fig.1 Area and production of foxtail millet as a proportion of food crops, 1949—2018

注：数据来源：国家统计局。

Note: Data source: National Statistical Office.

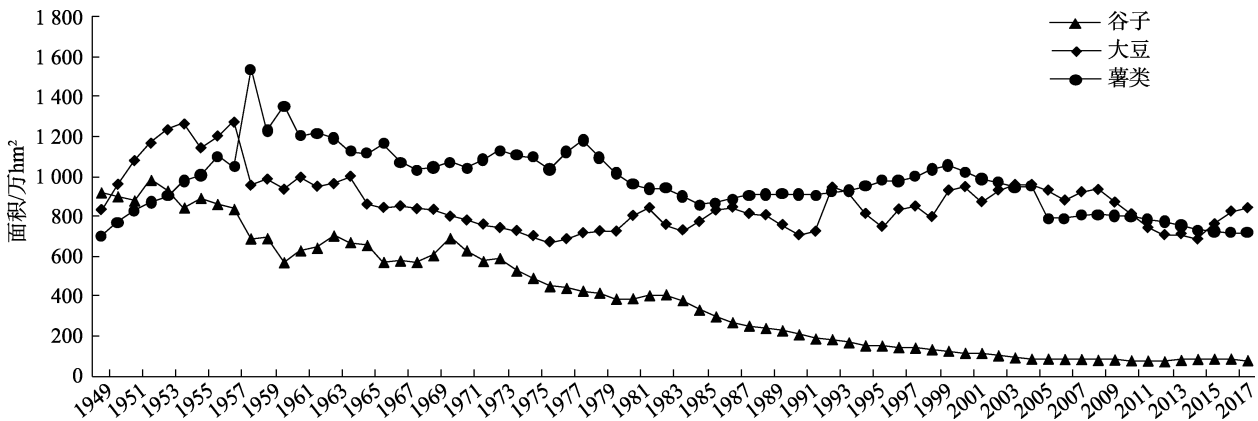


图 2 1949—2018 年谷子、大豆、薯类播种面积

Fig.2 Area sown to foxtail millet, soybeans and potatoes, 1949—2018

注：数据来源：国家统计局。

Note: Data source: National Statistical Office.

4.2 谷子由主粮向杂粮过渡期 (1975—1984 年)

1975—1984 年全国年谷子种植面积在 491.8~379.7 万 hm^2 之间, 占粮食作物种植面积的 4.1%~3.4% 之间, 大豆种植面积略有升高, 薯类种植面积略有下降, 但谷子种植面积与大豆、薯类种植面积差距进一步拉大。从上世纪 70 年代开始, 杂交玉米、小麦矮化育种取得突破性进展^[20-21], 玉米单产提高 35.9%, 小麦单产提高 44.8%, 单产增幅显著; 另一方面谷子产量仍然在低水平徘徊, 谷子单产提高 21.3%, 且和小麦、玉米等主粮单产差距加大趋势明显 (图 3)。加上交通和军事现代化的发展, 使马的作用随之减弱, 对谷草的需求减弱, 导致谷子种植面积迅速下降, 到 1984 年全国谷子种植面积 379.7 万 hm^2 , 占粮食作物的 3.4%。这一阶段全国谷子面积继续下降, 农业生

产经历由人民公社到联产承包责任制, 极大释放农业生产积极性, 包田到户使农民种植粮食自由度增加, 追求更高产量成为农户必然选择, 粮食生产逐步满足人民温饱, 谷子逐渐由主粮过渡到杂粮。

4.3 谷子为杂粮作物时期 (1985—至今)

1985—2018 年全国年谷子种植面积在 331.8~77.8 万 hm^2 之间, 占粮食作物播种面积的 3.1%~0.6% 之间。上世纪 80 年代以来, 改革开放促进我国经济快速发展, 水利条件和化肥投入快速增加, 玉米和小麦等高消耗高产量作物面积增加显著; 水稻、小麦、玉米等主粮作物机械化水平持续提高, 除草剂应用逐步提升, 轻简化生产水平取得突破性进展; 而谷子在 2008 年以前, 缺乏配套农机、抗除草剂谷子品种没有大面积应用, 随着劳

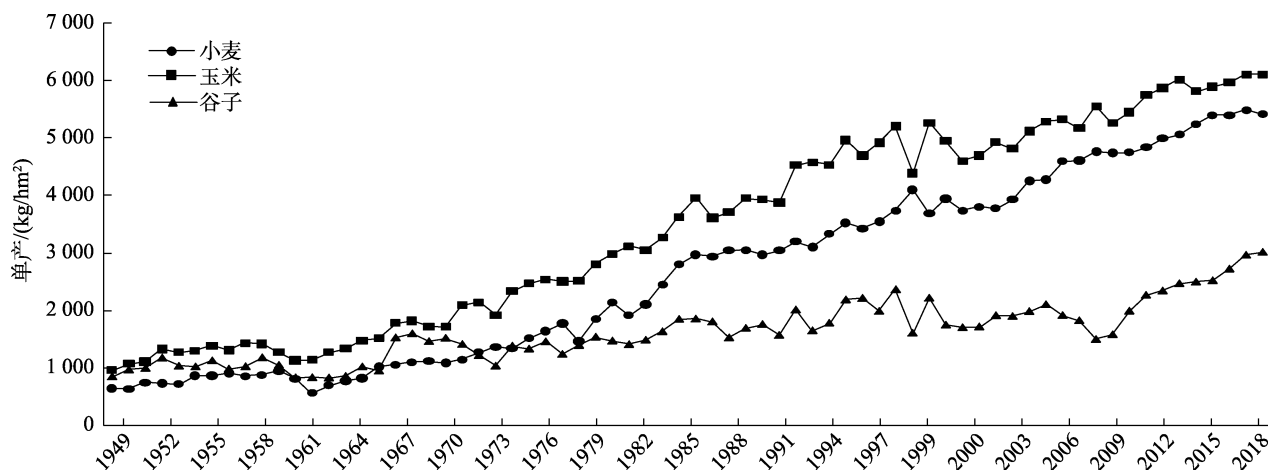


图3 1949—2018年玉米、小麦、谷子单产水平

Fig.3 Maize, wheat and foxtail millet yield levels, 1949—2018

注：数据来源：国家统计局。

Note: Data source: National Statistical Office.

动力成本的提升,栽培繁琐的谷子比较效益下降。随着人们生活水平的提高,食物来源日渐丰富,人们对小米的消费也逐渐由原来的主食和粥食变成以粥食为主的方式,消费需求逐步减少。在政策方面,国家对主粮实施保护性收购价、农业补贴、农机补贴等多种政策,而谷子则缺乏全国性的粮食政策。基于以上原因,谷子种植面积再次下降,成为杂粮作物。

近年来,随着乡村振兴战略、健康中国战略的稳步推进,谷子具有的营养、生态、历史、文化属性使得新型经营主体、政府部门发展谷子生产积极性提高,全国谷子播种面积趋于稳定,部分年份有所回升。另一方面,国家谷子高粱产业技术体系通过联合攻关,培育出一批抗除草剂适合机械化生产谷子品种,研发改进了配套播种机、联合收获机械,谷子轻简化生产水平得到显著提升。2009—2018年全国谷子种植面积基本稳定,总产量从126万t提高到234万t,增加85.7%;单产提从1575 kg/hm²提高到3015 kg/hm²,提高91.4%,单产提高对总产增加的贡献率达到103.7%。这一时期谷子由主要粮食作物变为第一大杂粮,成为市场化作物,谷子价格受供求关系影响较大;随着人民生活水平提升,对优质谷子品种需求增加,商品性好、适口性好的优质品种需求旺盛。

5 谷子产业的未来展望

“十四五”是我国巩固脱贫攻坚、乡村振兴和

农业高质量发展的关键时期,谷子具有的营养属性、生态属性以及文化属性将给谷子产业发展带来新机遇。随着我国城镇化快速推进,居民收入持续增加,带动居民膳食结构转变,绿色、优质、营养、功能型食品成为消费发展趋势^[22]。

在我国干旱半干旱区域、华北季节性休耕区和压在地下水区域,谷子种植面积将进一步回升;在新疆、安徽以及南方秋闲田新兴产区,谷子有较大发展潜力和空间,可以预见未来在主产区政府支持下,我国谷子种植面积将稳中有升^[23]。

在产业发展方向上,品种培优、品质提升、品牌打造和标准化生产新“三品一标”将成为谷子产业发展新方向。新型经营主体越来越注重将优质品种、产地自然生态环境和当地的历史文化相结合,给小米及其产后加工产品注入科技元素、生态元素和历史人文元素,谷子产业逐步向功能化、品牌化、精品化、高端化方向发展。

在产后加工方面,产品类型将更加丰富,国家谷子高粱产业技术体系研发出一批小米馒头、小米面条、小米醋、小米清酒、小米锅巴、小米降糖蛋糕等一批主食化食品、功能性食品和休闲食品,相关企业开发产品将陆续投入市场。

谷子产业发展对种业提出新要求,品种功能划分将更加精准,优质食用品种、营养保健品种、加工专用品种等特色品种需求成为趋势,为种业发展提供广阔空间,并带动谷子种业发展。“山西小米”“延安小米”“敖汉小米”“武安小米”等一

批区域公用品牌将在乡村振兴战略中发展发挥更大作用, 政府部门、科研院所、新型经营主体、金融、保险、农户六位一体产业发展模式将逐步深度融合, 起源于我国的古老粮食作物谷子将在新时期焕发新的青春和产生新的业态, 为乡村振兴战略、健康中国战略贡献新的力量。

参考文献:

[1] 赵志军. 中国农业起源概述[J]. 遗产与保护研究, 2019, 4(1): 1-7.
ZHAO Z J. Introduction of the origin of agriculture in China[J]. Research on Heritages and Preservation, 2019, 4(1): 1-7.

[2] 张云, 王慧军. 中国粟文化研究[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2014.
ZHANG Y, WANG H J. Study of Chinese corn culture[M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2014.

[3] 李顺国, 刘猛, 赵宇, 等. 我国谷子产业现状发展趋势及对策建议[J]. 农业现代化研究, 2014(9): 531-534.
LI S G, LIU M, ZHAO Y, et al. The current industry situation, development trend, and suggestions for the future of foxtail millet in China[J]. Research of Agricultural Modernization, 2014(9): 531-534.

[4] 刁现民. 中国谷子产业与产业技术体系[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2011.
DIAO X M. China's millet industry and industrial technology system[M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2011.

[5] 赵娟, 尹艺臻, 王晓璐, 等. 不同品种谷子愈伤组织对拿捕净胁迫的生理响应[J]. 中国农业科学, 2020, 53(5): 917-928.
ZHAO J, YIN Y Z, WANG X L, et al. Physiological response of millet callus with different herbicide-resistance to sethoxydim stress[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2020, 53(5): 917-928.

[6] 邵丽华, 王莉, 白文文, 等. 山西谷子资源叶酸含量分析及评价[J]. 中国农业科学, 2014, 47(7): 1265-1272.
SHAO L H, WANG L, BAI W W, et al. Evaluation and analysis of folic content in millet from different ecological regions in Shanxi province[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2014, 47(7): 1265-1272.

[7] 李会霞, 田岗, 王玉文, 等. 谷子杂交种与亲本性状的遗传相关性[J]. 中国农业科学, 2020, 53(2): 239-246.
LI H X, TIAN G, WANG Y W, et al. Genetic correlation coefficients of foxtail millet traits between parents and hybrids[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2020, 53(2): 239-246.

[8] 赵朝洪. 北京市门头沟区东胡林史前遗址[J]. 考古, 2006(7): 3-8.
ZHAO C H. Prehistoric site of Donghulin, Mentougou District, Beijing[J]. Archaeology, 2006(7): 3-8.

[9] 徐浩生, 金家广, 杨永贺. 河北徐水南庄头遗址试掘简报[J]. 考古, 1992(11): 961-970.

XU H S, JIN J G, YANG Y H. Briefing on the trial excavation of the Nanzhuangtou site, Xushui, Hebei[J]. Archaeology, 1992(11): 961-970.

[10] 孙德海, 刘勇, 陈光唐. 河北武安磁山遗址[J]. 考古学报, 1981(3): 303-347.
SUN D H, LIU Y, CHEN G T. The ruins of Zhongshan, Wu'an, Hebei[J]. Journal of Archaeology, 1981(3): 303-347.

[11] 任万明, 王吉怀, 郑乃武. 1979年裴李岗遗址发掘报告[J]. 考古学报, 1984(1): 23-52.
REN W M, WANG J H, ZHENG N W. 1979 Excavation report of the Pei Li Gang site[J]. Journal of Archaeology, 1984 (1): 23-52.

[12] 刘国祥. 兴隆沟聚落遗址发掘收获及意义. 东北文物考古论集[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 58-74.
LIU G X. Excavations and significance of the Xinglonggou settlement site. Northeastern Cultural Relics and Archaeology[M]. Beijing: Science Press, 2004: 58-74.

[13] 何红中, 惠富平. 中国古代粟作史[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2015.
HE H Z, HUI F P. The history of ancient Chinese corn crop[M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2015.

[14] 云南省文物考古研究所, 大理州文物管理所, 剑川县文物管理所. 云南剑川县海门口遗址[J]. 考古, 2009(7): 594-599.
Yunnan Institute of Cultural Relics and Archaeology, Dali Prefecture Cultural Relics Administration, Jianchuan County Cultural Relics Administration. The site of Haimenkou, Jianchuan County, Yunnan[J]. Archaeology, 2009(7): 594-599.

[15] 温少峰, 袁庭栋. 殷墟卜辞研究[M]. 四川省社会科学院出版社, 1983.
WEN S F, YUAN T D. Studies on the divination of the Yin Market[M]. Sichuan Academy of Social Sciences Press, 1983.

[16] 梁家勉. 中国农业科学技术史稿[M]. 农业出版社, 1989.
LIANG J M. Draft history of Chinese agricultural science and technology[M]. Agricultural Press, 1989.

[17] 黎虎. 东晋南北朝时期北方旱田作物的南移[J]. 北京师范大学学报, 1998(2): 33-36.
LI H. The southward migration of dry field crops in the north during the Eastern Jin and Southern Dynasties[J]. Journal of Beijing Normal University, 1998(2): 33-36.


[18] 古世录. 中国谷子栽培学[M]. 农业出版社, 1987.
GU S L. Chinese cereal cultivation[M]. Agricultural Press, 1987.

[19] 吴慧. 中国历代粮食亩产量研究[M]. 农业出版社, 1985.
WU H. Studies on grain yield in mu in China through the ages[M]. Agricultural Press, 1985.

[20] 孙允超. 小麦育种进程与现代育种方法分析[J]. 农业科技通讯, 2013(6): 6-10.
SUN Y C. Analysis of wheat breeding process and modern breeding methods[J]. Bulletin of Agricultural Science and Technology, 2013(6): 6-10.

[21] 徐艳霞, 李旭业, 王晓春, 等. 建国以来我国玉米育种技术的发展与成就[J]. 黑龙江农业科学, 2009(6): 165-168.

- XU Y X, LI X Y, WANG X C, et al. Achievement and development of maize breeding in China after the establishment of PRC[J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 2009(6): 165-168.
- [22] 陈志钢, 毕洁颖, 聂凤英, 等. 营养导向型的中国食物安全新愿景及政策建议[J]. 中国农业科学, 2019, 52(18): 3097-3107.
- CHEN Z G, BI J Y, NIE F Y, et al. New vision and policy

- recommendations for nutrition-oriented food security in China[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2019, 52(18): 3097-3107.
- [23] 李顺国, 刘斐, 刘猛, 等. 中国谷子产业和种业发展现状与未来展望[J]. 中国农业科学, 2021, 54(3): 459-470.
- LI S G, LIU F, LIU M, et al. Current status and future prospective of foxtail millet production and seed industry in China[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2021, 54(3): 459-470. 

· 信息窗 ·

5 种方式推进可持续农业粮食体系，促进环境健康

农业已有一万多年的历史。在此期间，它不仅为我们提供了食物、住所和生计，还为我们提供了知识、传统、创新和生态系统服务。然而，许多生态系统已不堪重负，因此农业不仅要源源不断地提供所有这些益处，还必须更好地适应环境。

不重视自然资源，不尊重环境，粮食和农业就会面临风险。因此联合国粮农组织（粮农组织）始终走在前沿，在保护地球的同时支持粮食和其他农产品生产者。从1972年斯德哥尔摩会议至今，粮农组织一直倡导改善农业粮食体系环境，聚焦农田、森林、陆地水资源和海洋资源的保护和可持续管理。

但我们不会就此止步！更好环境是我们未来十年的关键行动领域之一。以下是粮农组织努力实现更加创新、更有韧性、更好环境的五种方式：

1. 促进可持续循环生物经济

在联合国层面，粮农组织正在引领发展可持续循环生物经济，包括利用生物资源、工艺和创新提高农业粮食体系的可持续性和韧性，同时支持公平的绿色经济发展，确保全球所有民众都能获得足够的营养食物。可持续循环生物经济处于农业粮食相关领域的变革前沿，包括微生物组学、替代蛋白质、生物杀虫剂、循环废弃物管理和生态系统恢复。

2. 管理农用塑料污染

粮农组织正在改变我们在农业中使用塑料的方式。近期，粮农组织的一份开创性报告首次揭示，陆地生态系统中的塑料污染可能远远大于水生生态系统。该报告概述了基于6R方法（拒绝、重新设计、减量、再利用、资源化和回收）应对这一问题的几种解决方案，同时还确定了因具有潜在危害亟须停用的农用塑料产品。粮农组织目前正在与各国合作，针对整个农业粮食价值链中塑料管理的所有方面提出技术指导。

3. 确保环境和社会安全

粮农组织的所有项目和计划都确保在实施前经过充分评估，以便在设计中融入良好的环境和社会安全结果。仅在2021年，粮农组织就根据环境和社会管理准则审查了667个项目，这些准则致力于在保护和可持续利用自然资源的同时，满足社会对粮食、营养及体面、有韧性生计日益增长的需求。

4. 提供开放获取的环境和气候数据

我们需要不断提高农业粮食体系的韧性，以应对日益严峻

的挑战，包括不断增长的人口、不断变化的饮食习惯、生态系统退化和气候变化。粮农组织变革性的“手拉手”地理空间信息平台提供了与农业生态学、水、土地、土壤、温室气体等相关的大量重要环境数据。这些数据对于确定气候和其他环境风险热点，以及为最需要的国家和地区设计量身定制的解决方案至关重要。

粮农组织还即将推出气候风险工具箱，提供65个开放获取数据分层以加强韧性，从而确保所有农业粮食利益相关方能够充分识别和应对气候风险。

5. 保护农业文化遗产系统及周边环境

全世界有很多遗址地将令人惊叹的自然景观与富有韧性和可持续的土地及传统自然资源管理知识相结合。20年来，粮农组织高度认可这些遗址地，并将其认定为全球重要农业文化遗产系统（GIAHS），作为人类与环境之间的接口，体现了“动态保护”的理念，促进传统做法、粮食供应和环境保护协同发展。

从中国的稻鱼鸭共生系统和秘鲁的安第斯农业，到坦桑尼亚乞力马扎罗山山坡上的农林复合系统和意大利的苏瓦韦传统葡萄园，所有全球重要农业文化遗产地都致力于推进农业生物多样性、粮食和生计安全、传统知识、价值体系和社会组织。目前，全球超过22个国家共有60多个全球重要农业文化遗产地。

几十年来，粮农组织一直致力于扩大其在粮食和农业环境管理方面的全球作用：制定农药、肥料、林业和渔业负责任管理行为守则和土地、渔业和森林权属责任治理自愿准则；与联合国环境规划署（环境署）共同制定《鹿特丹公约》，保护人类健康和环境免受某些危险化学品的危害；安装非洲实时环境监测信息系统（ARTEMIS）；以及通过《粮食和农业植物遗传资源国际条约》及其他众多倡议。

此外，据估计，从现在到2030年，恢复3.5亿公顷退化土地可产生9万亿美元的生态系统服务，并从大气中额外消除130-260亿吨温室气体。这离不开全球农业粮食价值链中所有行动者的支持，为此，粮农组织自豪地与环境署共同牵头推动联合国生态系统恢复十年。

农业粮食体系的未来和人类环境的未来休戚相关。推动变革，时不我待，让我们的行动真正发挥作用！

（来源：联合国粮农组织微信公众号，2022年6月6日）