

韩国稻作技术创新与转型

王亚梁 朱德峰* 张玉屏 陈惠哲 向镜

(中国水稻研究所, 杭州 310006; 第一作者: wangyaliang1992@hotmail.com; * 通讯作者: cnrice@qq.com)

摘 要: 随着社会经济的发展及农业劳动力的转移, 韩国水稻种植方式发生了转型。从上世纪 70 年代末期开始, 韩国水稻机插秧比例快速上升, 手插秧比例下降, 到 90 年代基本实现了水稻种植的机械化; 省工节本的直播稻产量受不确定因素影响较大, 且稻米品质不如机插秧和手插秧, 其种植面积出现了波动, 现只占韩国水稻种植面积的 4% 左右。本文介绍了韩国水稻机插秧、湿润直播和旱直播技术的作业流程。

关键词: 水稻; 生产技术; 机械化; 韩国

中图分类号: S511.062 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-8082(2017)01-0057-04

水稻是韩国的主要粮食作物, 稻田占耕地面积的 54% 左右, 稻米占粮食消费量的 64%, 稻米提供了人均热量的 40%, 水稻生产对农民增收和粮食供应具有十分重要的作用。上世纪 70 年代以来, 随着韩国社会经济的快速发展, 农业劳动力逐年下降, 水稻生产遇到了新的问题和机遇。水稻生产规模较小、从事水稻生产的劳动力老龄化、生产成本较高、环境变化等问题导致其水稻生产效益不高, 阻碍了水稻生产的发展^[1-2]。鉴于此, 韩国政府开始引进和创新了水稻生产新模式和新技术, 以适应社会经济发展及农村经营方式的转变, 实现了水稻产业模式和技术转型升级, 形成了现代化水稻生产模式, 促进了水稻产业发展。本文分析了韩国水稻生产现状及其稻作技术发展和转变, 希望能为我国水稻产业发展和稻作技术转型提供参考。

1 水稻生产发展

20 世纪 60 年代以来, 韩国人均 GDP 逐年增长, 20 世纪 60 年代人均 GDP 只有 84 美元, 2000 年后已经达到 2 万美元。在社会经济发展和人均 GDP 增长的同时, 农村人口比例大幅下降。与 1961 年相比, 2014 年韩国农业人口数量下降了 52.7%, 其中, 20 世纪 80 年代农业人口下降幅度最大, 10 年间农业人口减少了 29.0% (图 1)。

20 世纪 60 年代到 80 年代, 韩国水稻种植面积逐渐增长, 80 年代以后, 随着社会经济发展、农业人口数量减少及居民饮食结构变化, 水稻种植面积逐渐下降。1987 年种植面积最大, 达到 126.2 万 hm^2 , 到 2014 年下降到 81.5 万 hm^2 , 下降了 35.4%。同时, 随科技进步、生产基础条件的改善, 水稻单产不断提高。20 世纪 70 年代前水稻单产增幅较大, 年均增产 0.15 t/hm^2 , 20 世纪

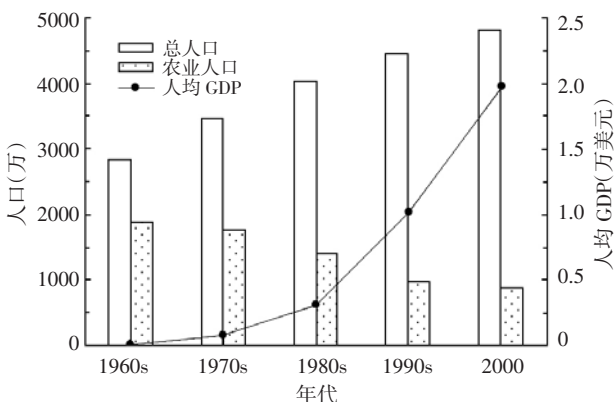


图1 韩国农业人口数量及人均GDP变化

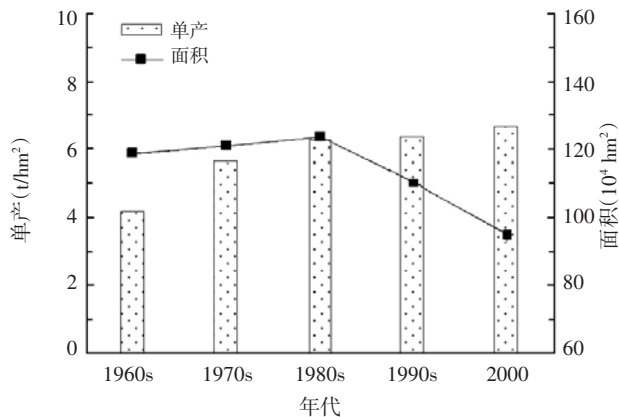


图2 韩国不同年代水稻面积及单产变化

70 年代以后增产幅度变小, 年均增产 0.02 t/hm^2 (图 2)。

收稿日期: 2016-08-31

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项资金 (CARS-01-26); 浙江省自然科学基金 (Y13C130013)

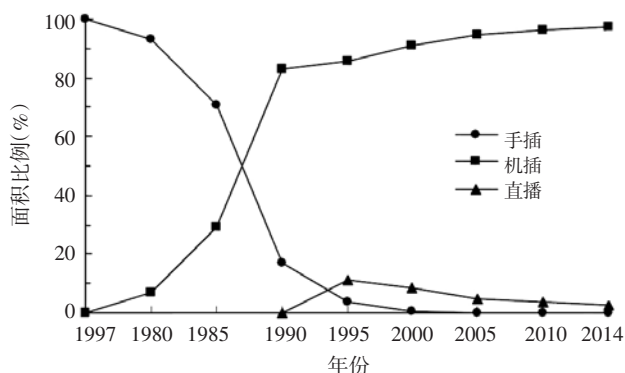


图3 韩国水稻种植方式的转变

2 水稻种植方式转变

进入20世纪70年代,随着韩国社会经济的发展,农业劳动力开始由农村向城市转移,从事水稻生产的劳动力下降,水稻产业技术需要转型升级。此时日本已经研发出了水稻毯苗机插技术,韩国引进与创新结合,研发出了适应当地水稻生产的机插秧技术。1977年以来,韩国水稻机插秧技术水平快速提高,机插秧面积快速增加,手插面积大幅度下降;到20世纪90年代中后期,韩国的水稻种植方式主要为机插秧,基本上替代了手工种植。20世纪90年代初,为了进一步降低水稻生产成本,韩国开始研发和应用水稻直播技术并得到逐步发展,到1995年水稻直播种植面积达到高峰,占韩国水稻生产面积的11.1%。但之后也发现,直播稻品质较差,影响生产效益。直播稻还因生育期推迟,易受低温影响结实率,导致产量下降^[9]。因此,直播稻面积出现下降,近年其面积占韩国水稻种植面积的比例不足4.0%(图3)。

3 水稻机械育插秧

目前,韩国机插秧面积已经达到96%左右,是水稻种植机械化中主导的方式。水稻种植方式从手插秧到机插秧的转变,随之而来的是要求水稻品种特性的适应^[4]。采用机插秧后,水稻在苗期和开花结实期会频繁遇到低温冷害^[5-6],因此在品种审定时需进行耐冷性鉴定。在韩国水稻均为单季稻,所用品种为常规粳稻,因此机插育秧多采用行距为29.7 cm的标准机插秧盘。早期机插水稻育秧多采用泥浆、旱地土,后逐渐转换成育秧基质。田间育秧有湿润育秧和旱育秧两种方式。因育秧期间外界温度较低,一般采用薄膜覆盖保温育秧,我国引进的无纺布育秧也是韩国研发提出的一种育秧

方式。

随着社会经济发展和科技进步,韩国出现了水稻机插育秧公司和农民合作社等水稻生产社会化服务组织,集中育秧为中小规模农户提供机插秧苗,降低分散育秧带来的风险和成本。这种育秧的主要方式是工厂化立体育秧,其占水稻生产面积的比例达30%~35%,预期目标是占45%左右。水稻机插工厂化立体育秧得到了韩国政府建设经费的支持。

韩国水稻机插主要有大苗机插(4~5叶,秧龄35 d)、小苗机插(3~4叶,秧龄20~25 d)和乳苗机插(1~2叶,秧龄8~12 d)。大苗机插在生产中逐渐被淘汰,乳苗机插面积占比较小,小苗机插是水稻机插的主流。因机插苗龄不同,播种量也有差异,小苗机插每盘播种量在130~150 g之间,乳苗机插播种量在200~220 g之间。与大苗机插相比,小苗机插大幅度提高了生产效率,节省了劳动时间。20世纪70年代以来,韩国农业机械化水平不断提高,水稻插秧机从2行插秧机,转变为目前的4行插秧机和6~8行插秧机,大幅提高了水稻机插作业效率,节省了水稻生产劳动时间。韩国农业科学家在幼苗生长调控、秧苗素质、机插田间调控、杂草控制等方面进行了深入研究,农艺农机有机结合对水稻机插技术快速发展起到了重要作用^[7-10]。

4 水稻机械直播

为进一步提高水稻种植的效益,降低生产成本,20世纪90年代初,韩国开始研发和应用水稻直播技术。但受生产条件及技术的制约,其发展也经历了起伏波动,面积占比从最高的11.1%下降到现不足4.0%。但经过多年的研究和实践,形成了独具特色和领先的直播方法、模式、装备和技术。

直播方式由手工撒播转变为了机械化直播,机械直播主要采用机械条直播和机械穴直播两种方式。目前,机械穴直播是韩国水稻直播生产的主要方式,其优势在于减少了播种量,降低了成本。依据稻田条件不同,又研发了湿润直播和旱直播。研制的水稻湿润直播机,可以一次性完成开沟、穴播、覆土、施肥和喷施除草剂(可选)等作业,提高了作业效率。水稻湿润直播,一般在播种前10 d稻田灌水耕作,并施基肥,平整地后施除草剂并灌水5 cm深淹7 d,直播前1 d排水;直播后2~3 d喷施除草剂并控制杂草数量,保持稻田湿润状态;15 d后水稻出苗,第1次灌水3~5 cm。湿润穴直播需要保证水稻出苗整齐和生育期一致,降低气候变

表 1 韩国水稻生产机械化比例 (%)

生产环节	2000	2004	2008	2010	2012	2014
耕整地	98.5	99.1	99.9	99.9	99.9	99.9
种植	98.2	98.4	99.0	99.8	99.8	99.9
收获	98.4	99.4	99.7	99.9	99.8	99.9
烘干	42.1	53.2	53.3	58.5	71.6	90.1
植保	98.9	99.5	98.4	99.3	99.7	99.0
平均	87.2	89.9	90.5	91.5	94.1	97.7

化等环境因素影响。

水稻旱直播采用的直播机由拖拉机作为动力,一次完成整地、开沟、穴播、施肥、覆土、浇水和喷施除草剂等作业。旱直播在直播前 10 d 左右进行稻田旱旋耕,播种前 1 d 平整地面并施基肥,穴播同时稻田施除草剂,由于穴播同时采用播行浇水,保证了稻种发芽对水分的需求。在播种后 7 d 内不灌水,7 d 后灌浅水并控制杂草,15 d 后深灌水 5 cm,并在 15 d 和 30 d 时施 2 次除草剂。旱穴播作业方便,但容易受到气候变化的影响,若降雨过多,将影响出苗和杂草控制效果。水稻穴直播的行距为 22 cm、穴宽 4 cm、播深 3 cm,可拌种肥直播,旱直播时每间隔 6 行开灌排水沟。

杂草控制是直播技术的核心环节^[11],韩国实现了直播稻的水肥、除草一体化。直播稻产量受不确定因素影响较大,且稻米品质不如机插稻和手插稻,但是采用穴直播可以改善上述二种因素的影响。

5 水稻生产机械化发展

社会经济的发展使农村劳动力向城市转移,为了满足稻作生产需求,实现水稻生产全程机械化是实现农业现代化的基础,目前韩国在整地、种植、收获、植保等环节都实现了机械化,耕整地机械化已接近 100%,机种水平也快速提高,水稻收割基本上都使用了联合收割机,植保机械化利用高压动力喷药和高动力喷药,近年来也出现了精量飞机喷洒。据韩国农业部门的官方统计,2000 年以来,韩国水稻生产机械化程度平均从 87.2%提高到了 97.8%,其中耕整地、移栽、收获分别提高了 1.5 个百分点;烘干机械化程度提高较快,从 2000 年的 42.1%提高到了 2014 年的 90.1%(表 1)。相对于耕整地、种植和植保环节,韩国水稻收获后烘干、贮藏、加工的机械化水平还有待于进一步提高。韩国研发了一套优质稻米生产技术,即选择品质优异和高抗品种,及时移栽,每 hm²施用有效氮 70~110 kg,合理灌溉,及时收获,干燥温度为 40℃~45℃,籽粒含水量保持在 15%左右,大米多重选择后,在 15℃温度下进行贮

藏。

参考文献

[1] Budiman M, Suk Y H, Alfred E H, et al. Soil pH increase under pad-dy in South Korea between 2000 and 2012 [J]. *Agr Ecosyst Environ*, 2016, 221: 205-213.

[2] Chung U R, Cho K S, Lee B W. Evaluation of site-specific potential for rice production in Korea under the changing climate [J]. *Korean J Agr Forest Meteorol*, 2006, 8(4): 229-241.

[3] Lee M H.Low temperature tolerance in rice: the Korean experience [C]. *ACIAR Proc*, 1998, 2001: 109-117.

[4] Yang W H, Yun Y D, Song M T, et al. Growth variation of infant rice seedling for machine transplanting under late season cultivation[J]. *RDA J Agric Sci Rice*, 1994, 36: 19-25.

[5] Yun Y D, Washio O, Lee J H. Rice seedling establishment for ma-chine transplanting, 8: Effect of temperature on the seedling growth [J]. *Research Reports of the Rural Development Administration* (Suweon), 1986, 28: 63-71.

[6] Shimono H, Okada M, Kanda E, et al. Low temperature -induced sterility in rice: Evidence for the effects of temperature before pani-cle initiation[J]. *Field Crop Res*, 2007, 101(2): 221-231.

[7] Kang C K, Lee J O, Park Y S, et al. Effect of plant growth regulators on the rooting and root-mat formation in infant seedling of rice for machine transplanting[J]. *RDA J Agr Sci Rice*, 1993, 35: 7-11.

[8] Choi Y J, Song G W, Kim J Y, et al. A study on the weed control for machine transplanting of sprouted-seedling in rice[J]. *Research Re-ports of the Rural Development Administration* (Suweon), 1990, 32: 11-16.

[9] Yun Y D, Yang W H, Oh Y J, et al. Machine transplanting cultiva-tion with infant seedling in rice plant, 3: Varietal response of seedling height submerged depth and transplanting depth to the growth of infant rice seedling after transplanting[J]. *Research Reports of the Rural Development Administration* (Suweon), 1991, 33: 48-55.

[10] Yun Y D, Lee J H. Rice seedling establishment for machine trans-planting, 3: effect of seedling rate and fertilization on the character-istics of seedlings[J]. *J Korean Soc Crop Sci*, 1978, 23(2): 68-75.

[11] Rao A N, Johnson D E, Sivaprasad B, et al. Weed management in direct - seeded rice[J]. *Adv Agron*, 2007, 93: 153-255.

(下转第 64 页)

针对以上分析结论,提出以下政策:(1)大力发展水稻适度规模经营。从广东各地水稻生产实际出发,科学合理确定水稻生产适度规模经营标准,引导土地经营权流转,使稻田向种粮大户、家庭农场、农民合作社等经营主体集中,提高规模经营效益。(2)提高水稻生产科技应用水平。继续组织实施水稻优质高产创建活动,大力推广优质高产品种,提高水稻单产、品质和效益;推广机械化耕作、播种、收获、烘干、秸秆机械化还田、测土配方施肥等节本增效技术,促进农机与农艺有机结合。(3)推进粮食补贴政策整合。整合种粮农民直接补贴、良种补贴、农资综合补贴、农机购置补贴等政策,统一归并为规模种粮补贴资金,支持适度规模生产经营者,重点向种粮大户、家庭农场、农民合作社、农业社会化服务组织等新型经营主体倾斜,体现“谁多种粮食,就优先支持谁”。

参考文献

[1] 罗丹,李文明,陈洁. 种粮效益:差异化特征与政策意蕴——基于

3 400 个种粮户的调查[J]. 管理世界, 2013(7):59-70.

- [2] 邓大才. 中国粮食生产的机会成本研究 [J]. 经济评论, 2005(6): 45-51.
- [3] 马晓河. 中国农业收益与生产成本变动的结构分析[J]. 中国农村经济, 2011(5):4-11.
- [4] 李首涵,何秀荣,杨树果. 中国粮食生产比较效益低吗? [J]. 中国农村经济, 2015(5):36-43.
- [5] 陈风波,丁士军. 水稻投入产出与稻农技术需求——对江苏和湖北的调查[J]. 农业技术经济, 2007(6):44-50.
- [6] 吴振华. 不同地形稻谷生产经济效益比较及影响因素分析——基于湖北、湖南、重庆 500 户稻农调查数据[J]. 农业技术经济, 2011(9):93-99.
- [7] 彭克强. 中国玉米生产收益影响因素的实证分析[J]. 社会科学战线, 2009(11):95-103.
- [8] 陈庆根, 杨万江. 中国稻农生产经济效益比较及影响因素分析——基于湖南、浙江两省 565 户稻农的生产调查[J]. 中国农村经济, 2010(6):16-24.
- [9] 范成方,史建民. 粮食生产比较效益不断下降吗——基于粮食与油料、蔬菜、苹果种植成本收益调查数据的比较分析[J]. 农业技术经济, 2013(2):31-39.

Comparative Analysis on Cost and Benefit of Rice Production in Guangdong

LIANG Junfen¹, ZHOU Huaikang²

(¹Institute of Agricultural Economics and Rural Development, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640, China; ²South China University of Technology, Guangzhou 510641, China; 1st author: qbsnf@163.com)

Abstract: The rice cost-benefit of comparison between inter annual, varieties and inter regional, and the cost-benefit between rice and economic crops were analyzed, the rice cost-benefit data from 2004 to 2014 as the basis. The results showed that the costs of rice production in Guangdong increased at an average annual rate of 10% in the past ten years; the price of rice rises is far lower than the cost of production rise, lead to the falling of rice planting benefit, even loss, especially the net profit and cost profit rate is lower than the national average level, and significantly lower than the vegetables, fruits, peanuts and other crops. The author thinks that, the main reason of the low benefit of rice production in Guangdong is due to a low degree of scale operation and high cost, to improve scale operation and mechanized operations level is the basic way of improving the efficiency of rice cultivation.

Key words: rice; cost benefit; comparative analysis; Guangdong

(上接第 59 页)

Innovation and Transformation of Rice Production Technology in South Korea

WANG Yaliang, ZHU Defeng*, ZHANG Yuping, CHEN Huizhe, XIANG Jing

(China National Rice Research Institute/State Key Lab of Rice Biology, Hangzhou 310006, China; 1st author: wangyaliang1992@hotmail.com; *Corresponding author: cnrice@qq.com)

Abstract: The planting ways of rice in South Korean happened transformation in recent decades, with the development of social economy and the transfer of agricultural labor force. Since the late of 1970s, the area by hand-transplanting rice decreased and the area by machine-transplanted rice increased. Up to 1990s, machine-transplanted rice was popularized. Because of the yield of cultivation by direct seeding are greatly influenced by uncertain factors, and quality worse than machine-transplanted rice and hand-transplanted rice, its planting area happened wave, and occupied about 4.0% of the rice area of South Korea. This paper introduced the operation procedure of machine-transplanting, wet direct seeding and dry direct seeding by machine.

Key words: rice; production technology; mechanization; South Korea