

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2021.03.012

娄正, 朱广飞, 谢奇珍. 我国粮食初加工机械化水平监测调查研究[J]. 粮油食品科技, 2021, 29(3): 91-97.

LOU Z, ZHU G F, XIE Q Z. Research on monitoring and investigation of grain primary processing mechanization level in China[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2021, 29(3): 91-97.

我国粮食初加工机械化水平监测调查研究

娄正^{1,2}, 朱广飞^{1,2}, 谢奇珍^{1,2}, 王小萌^{1,2},
邵广^{1,2}, 赵玉强^{1,2}, 师建芳^{1,2}, 赵慧凝^{1,2}

(1. 农业农村部规划设计研究院 农产品加工工程研究所, 北京 100125;
2. 农业农村部农产品产后处理重点实验室, 北京 100121)

摘要: 基于 6 省 120 个农业经营主体的监测调查数据实证分析 2020 年我国粮食初加工机械化水平情况。研究表明: 调查省份的粮食初加工机械化水平为 56.95%, 高于我国农产品的总体初加工机械化水平 (2019 年为 37.58%); 在三大主要粮食作物之中, 水稻初加工机械化水平最高约为 68.55%, 小麦初加工机械化水平次之约为 57.40%、玉米初加工机械化水平最低约为 49.35%; 在初加工的三大作业环节之中, 粮食脱出处理环节机械化水平最高已达 96.61%, 脱出环节已基本实现机械化, 粮食清选处理机械化水平略低为 36.06%、粮食保质处理机械化水平最低为 35.06%; 各品种和各环节发展不平衡的问题还比较突出, 从品种角度来看短板在玉米, 从环节角度来看短板在机械保质处理。研究为分析和判断我国粮食初加工机械化水平和趋势提供了依据。

关键词: 粮食; 初加工; 机械化; 脱出; 清理; 保质; 农机装备

中图分类号: S23-01; S232.3 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2021)03-0091-07

网络首发时间: 2021-04-26 10:33:02

网络首发地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3863.TS.20210425.1634.004.html>

Research on Monitoring and Investigation of Grain Primary Processing Mechanization Level in China

LOU Zheng^{1,2}, ZHU Guang-fei^{1,2}, XIE Qi-zhen^{1,2}, WANG Xiao-meng^{1,2},
SHAO Guang^{1,2}, ZHAO Yu-qiang^{1,2}, SHI Jian-fang^{1,2}, ZHAO Hui-ning^{1,2}

(1. Institute of Agro-Processing Engineering, Academy of Agricultural Planning and Engineering, MARA, Beijing 100125, China; 2. Key Laboratory of Agro-Products Postharvest Handling, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Beijing 100121, China)

Abstract: Based on the monitoring survey data of 120 agricultural operators in six provinces, this paper empirically analyzed the mechanization level of grain primary processing in China in 2020. The results showed that: the mechanization level of grain primary processing is 56.95%, which is higher than the overall mechanization level of primary processing of agricultural products (37.58% in 2019); among the three major grain crops, the mechanization level of rice primary processing is the highest which is about 68.55%,

收稿日期: 2021-02-25

基金项目: 国家重点研发计划 (2017YFD0401405-02)

Supported by: National Key Research and Development Project of China (No.2017YFD0401405-02)

作者简介: 娄正, 男, 1984 年出生, 博士, 高级工程师, 研究方向为农产品加工技术及装备。E-mail: chris.lz@163.com.

followed by wheat primary processing with about 57.40%, and corn primary processing with about 49.35%; among the three major operation links, the highest mechanization level of grain threshing treatment has reached to 96.61%, the threshing process has basically realized mechanization, the mechanization level of grain cleaning treatment is 36.06% which is slightly lower, and the lowest mechanization level of grain quality guaranteeing treatment is 35.06%. The unbalanced development of various varieties and links is still prominent. From the perspective of varieties, the short board is in corn, and from the perspective of links, the short board is in quality guaranteeing treatment. This study provides a basis for analyzing and judging the level and trend of grain primary processing mechanization in China.

Key words: grain; primary processing; mechanization; threshing; cleaning; quality guaranteeing; agricultural machinery and equipment

农业机械化和农机装备是转变农业发展方式、提高农村生产力和农民收入的重要基础^[1],是实施乡村振兴战略的重要支撑^[2]。长期以来,党和国家高度重视农机装备水平和农业机械化水平的提升,实施了农机购置补贴等一系列扶持政策^[3],推动农业机械化经历了“黄金十年”发展期。2018年,全国农机总动力达到10亿千瓦,全国农作物耕种收综合机械化率达到68%^[4],为农业农村经济发展提供了有力的机械化支撑。但是目前我国农业机械化发展不平衡不充分的问题较为突出,据统计2019年农产品初加工机械化水平约为37.58%^[5],农产品初加工机械化作为农业机械化的重要组成部分,相比农产品种植、收获等环节机械化水平差距较为明显,农业机械化发展遭遇“痛点”“难点”和“堵点”,短板效应日益凸显^[6]。

农产品初加工机械是农产品加工的重要物质手段^[7],农产品初加工机械化水平的提高,直接关系到乡村振兴战略的具体体现。国务院于2018年底出台“42号文件”^[8],明确提出了到2025年农产品初加工机械化率总体达到50%左右的总体目标。我国现行的农产品数据一般是按照粮食、油料、棉花、茶叶、水果、蔬菜、肉类、牛奶、禽蛋、水产品共11个大类进行统计,粮食作为国民经济健康发展压舱石^[9],其初加工机械化发展水平的高低,直接关系到未来国家目标的实现和粮食安全国家战略。

目前关于农产品初加工机械化方面的研究,主要聚焦在浙江^[10]、山西^[11]等具体省份,或金盏花^[12]、核桃^[13]、茶叶^[14]、竹材^[15]、咖啡^[16]等单

独农作物方面,针对某大类农产品初加工机械化水平的研究未见报道。本文对国内6个省份从事粮食初加工的农业经营主体开展抽样调查,为提升科学决策水平、谋划解决关键问题、创新统计调查方式和推动农业机械化转型升级提供依据,为分析和研究我国粮食初加工机械化水平奠定基础。

1 研究方法与数据来源

依据农业农村部行业标准 NY/T 1408.4—2018《农业机械化水平评价 第4部分:农产品初加工》,本文所说的农产品初加工机械化主要指以减少损失为目的,在产地对提供使用或出售的农产品进行不改变其内在成分的加工过程,包含农产品脱出、清选、保质等环节的机械化,但不涉及农产品碾米、制粉、磨浆、榨油等环节,其中机械保质是指使用机械进行干燥、保鲜、储藏处理。

1.1 研究方法

依据标准 NY/T 1408.4—2018,按照式(1)计算。

$$A = 0.35A_1 + 0.35A_2 + 0.30A_3 \quad (1)$$

式中:A—农产品初加工机械化水平,单位为百分率(%);

A_1 —农产品脱出处理机械化水平,单位为百分率(%);

A_2 —农产品清选处理机械化水平,单位为百分率(%);

A_3 —农产品保质处理机械化水平,单位为百分率(%).

农产品脱出处理机械化水平按式(2)计算。

$$A_1 = \frac{s_{jt}}{s_{tt}} \times 100\% \quad (2)$$

式中： s_{jt} —机械脱出农产品质量，指当年使用机械进行粮油作物脱离脱壳等各种农产品原料质量。多次重复加工，按首次加工的原料质量计入。单位为吨（t）； s_{tt} —实际脱出农产品质量，指当年实际进行脱出处理的各种农产品质量，单位为吨（t）。

农产品清选处理机械化水平按式（3）计算。

$$A_2 = \frac{s_{jq}}{s_{qt}} \times 100\% \quad (3)$$

式中： s_{jq} —机械清选农产品质量，指当年使用机械进行粮油清选分级等各种农产品原料质量。多次重复加工，按首次加工的原料质量计入。单位为吨（t）； s_{qt} —实际清选农产品质量，指当年实际进行清选处理的各种农产品质量，单位为吨（t）。

农产品保质处理机械化水平按式（4）计算。

$$A_3 = \frac{s_{jb}}{s_{bt}} \times 100\% \quad (4)$$

式中： s_{jb} —机械保质农产品质量，指当年使用机械进行干燥、保鲜、储藏处理的各种农产品质量。多次重复加工，按首次加工的原料质量计入。单位为吨（t）； s_{bt} —实际保质农产品质量，指当年实际进行保质处理的各种农产品质量，单位为吨（t）。

1.2 数据来源

本文综合考虑粮食主产省（13 个主产省区）、区域分布（七大地理区域、农机发展六大区域、统计部门四大区域）和农机化发展水平（去除机械化水平较高的黑龙江、江苏等以及机械化水平较低的海南、广西等）原则，在全国选择河北、山东、江西、河南、广东、吉林共 6 个省份，开展小麦、玉米和水稻三大主要粮食作物的监测调查。根据品种兼顾、区域分布和地形条件等原则，每个省选择 4 个县作为监测县；根据种植规模、主体类型和初加工覆盖环节等原则，每个县选择 5 个合作社、家庭农场或企业作为监测点；全国共计 120 个监测点。监测调查时间是 2020 年 1 月-12 月，每季度采集 1 次粮食种植收获信息和初

加工三个环节作业量数据，分别在半年和全年进行 2 次数据分析。通过线上填报和线下实地调研相结合的方式确保数据准确可靠。

1.3 数据处理

对监测的数据从主产省份、粮食品种、作业环节方面进行分类整理，采用 Microsoft office Excel 2010 软件进行数据处理和分析，采用 Origin 9.0 软件作图。

2 结果与讨论

2.1 总体数据分析

本次监测调查得到的我国粮食初加工机械化水平为 56.95%，从数据上来看，所调查省份粮食的初加工机械化水平明显高于 2019 年全国农业机械化年报中统计的 37.58% 的农产品初加工机械化水平，也高于全国 11 个大类农产品的总体初加工机械化水平。全年监测结果与半年监测结果相比，初加工各环节机械化水平有小幅回落，数据基本保持一致，原因主要是半年监测调查得到数据中部分粮食作物还没有收获所致，说明从粮食品种的性质来看监测周期不宜小于 1 年。详见图 1。

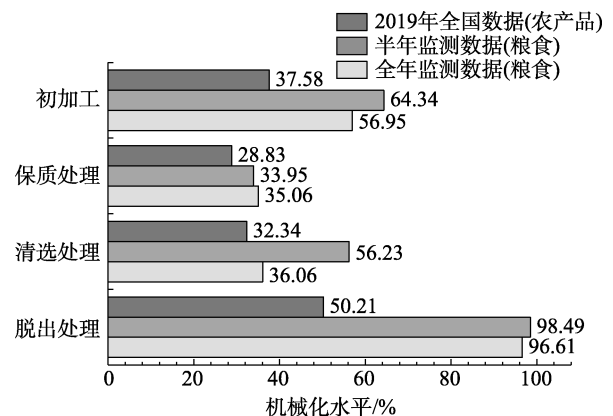


图 1 全国初加工机械化水平总体情况

Fig.1 General situation of mechanization level of primary processing in China

本次监测调查得到的粮食脱出处理机械化水平为 96.61%，与半年监测数据一致，说明目前我国粮食脱出处理环节的机械化水平已接近 100%；粮食清选处理机械化水平为 36.06%，与半年监测数据 56.23% 相比差异较大，可能是因为后半年加入了部分玉米作业的数据，而部分玉米在果穗状

态下直接储存导致；粮食保质处理机械化水平为 35.06%，与半年监测数据一致，与我国农产品的总体保质处理机械化水平（28.83%）相当，说明包括粮食在内我国大部分农产品的保质处理机械化水平尚有待大幅度提高。

本次监测调查的 6 个省份粮食初加工机械化水平数据见图 2。广东和江西的粮食初加工机械化水平最高，均超过了 70%，主要原因为这两个省份的保质处理环节水平较高，江西省的保质处理环节水平约 97.02%，较高的保质处理环节水平的原因是这两个省份的粮食品种几乎 100% 为水稻，南方水稻收获后基本都要进行烘干后才能储存。河北和河南的粮食初加工机械化水平次之为 65.81% 和 48.49%，主要原因：河北的机械清选处理环节水平较高，为 60.38%，且调研的河北黄骅市生产的小麦大部分加工为小麦种子，导致机械储藏水平较高；河南作为粮食生产大省，三个环节的机械化水平分别为脱出环节 96%、清选环节 25.47% 和保质环节 19.91%，除脱出环节较高达到全国平均水平之外，其余两个环节都低于全国平均水平，这与河南省农产品加工产业主导支柱产业的地位不相匹配。分析原因，可能与河南省粮食初加工中劳动密集型仍占据很大份额、产业聚集程度低下有关，导致整体技术装备水平偏低^[17]。

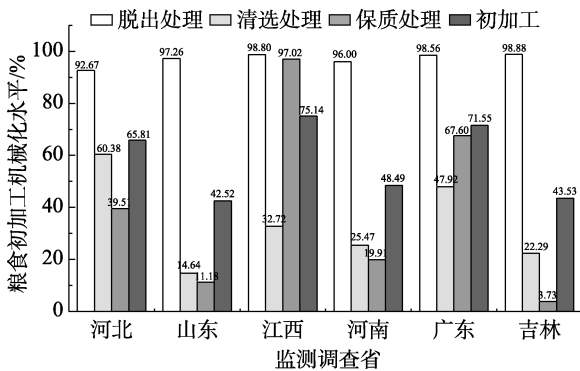


图 2 监测调查省的粮食初加工机械化水平情况
Fig.2 Mechanization level of grain primary processing in monitored provinces

2.2 各品种数据分析

在本次监测调查的三大粮食品种之间，数据显示：水稻初加工机械化水平最高约为 68.55%、小麦初加工机械化水平次之约为 57.40%、玉米初加工机械化水平最低约为 49.35%，全年监测得到

的粮食平均初加工机械化水平与小麦的水平接近。这主要是因为：水稻收获后大部分监测点需要进行保质烘干作业，引起水稻的数据偏高；而数据监测的北方地区玉米存在收获后不进行烘干或机械储存的监测点，导致玉米数据偏低。在机械脱出处理环节，水稻、小麦和玉米的脱出处理机械化水平基本一致，均超过 90% 接近 100%；在机械清选处理环节，水稻和小麦的清选处理机械化水平约为 45%，玉米的清选处理机械化水平略低；在机械保质处理环节，水稻保质处理机械化水平约为 60% 左右，小麦和玉米的保质处理机械化水平略低。详见图 3。

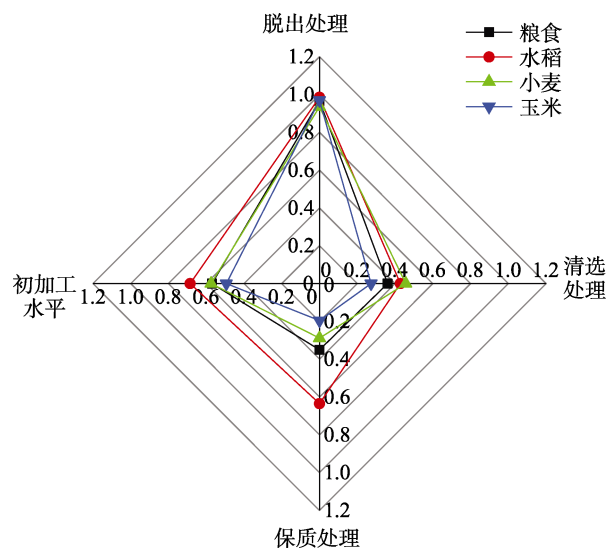


图 3 不同粮食品种的初加工机械化水平雷达分析
Fig.3 Radar analysis on mechanization level of primary processing of different grain varieties

本次监测调查中，全国 6 个省份中共有广东、江西和吉林 3 个省份进行了水稻的种植和产后初加工作业。其中：水稻脱出处理机械化水平接近 100%，水稻清选处理机械化水平为 42.87%，水稻保质处理机械化水平为 63.50%。计算得到的 2020 年水稻初加工机械化水平为 68.55%，与半年数据相比基本一致。详见图 4。

本次监测调查中，全国 6 个省份中共有河北（坝上地区除外）、山东、河南和吉林 4 个省份进行了小麦的种植和产后初加工作业。其中：小麦脱出处理机械化水平为 93.54%，小麦清选处理机械化水平为 45.72%，小麦保质处理机械化水平为 28.86%。计算得到的 2020 年小麦初加工机械化水平为 57.40%，与半年数据相比基本一致。详见图 5。

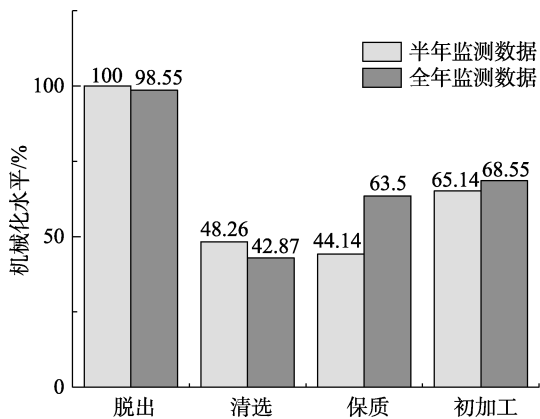


图 4 水稻初加工及各环节的机械化水平情况
Fig.4 Mechanization level in rice primary processing and each link

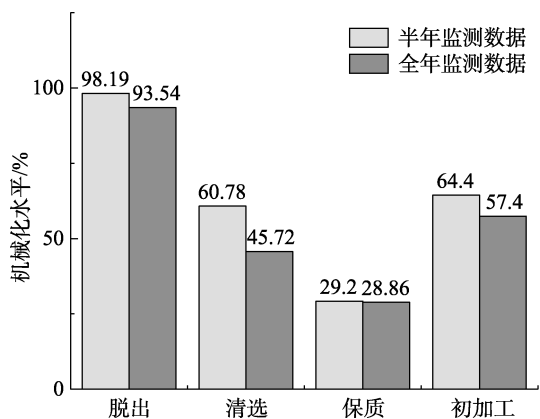


图 5 小麦初加工及各环节的机械化水平情况
Fig.5 Mechanization level in wheat primary processing and each link

本次监测调查中,全国 6 个省份中共有河北、山东、河南和吉林 4 个省份进行了玉米的种植和产后初加工作业。其中:玉米脱出处理机械化水平为 96.92%,玉米清选处理机械化水平为 27.32%,玉米保质处理机械化水平为 19.55%。计算得到的 2020 年玉米初加工机械化水平为 49.35%。由于玉米收获期为下半年,因此半年监测数据未采集到玉米初加工机械作业数据,导致玉米初加工机械化水平半年数据为 0。详见图 6。

2.3 各环节数据分析

本次监测调查得到的粮食脱出处理机械化全年和半年水平数据均超过了 95%,说明目前我国粮食在脱出处理环节已经基本实现机械化作业。河北和河南的粮食脱出处理机械化水平略低,主要是因为北方农村地区为防止玉米滋生真菌直接进行穗储^[18],导致部分玉米在统计期内未脱粒;另外我国小麦的脱粒作业基本上由联合收割机完

成,仅有河北和河南部分地区仍有部分小麦未使用联合收割机进行收获及脱出。详见图 7。

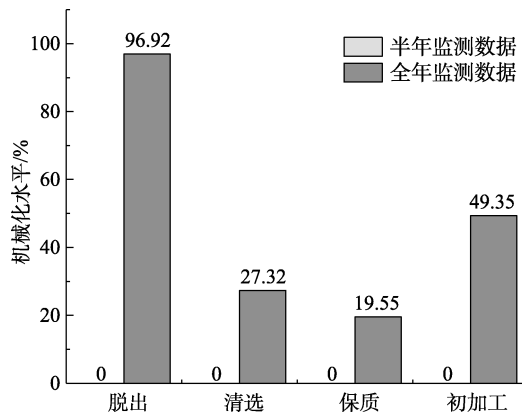


图 6 玉米初加工及各环节的机械化水平情况
Fig.6 Mechanization level in maize primary processing and each link

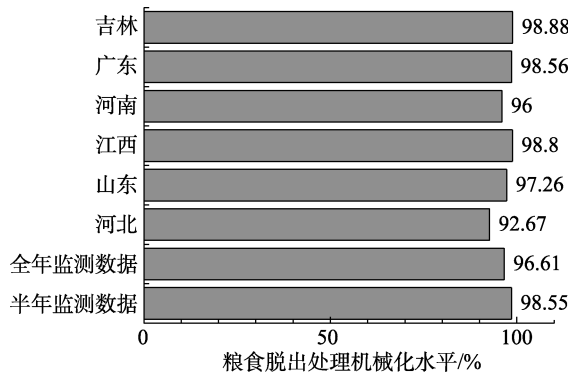


图 7 全国及监测调查省的粮食脱出处理机械化水平情况
Fig.7 Mechanization level of grain threshing treatment in China and monitored provinces

本次监测调查得到的粮食清选处理机械化水平约为 36.06%,各省之间差异较大。其中河北的粮食清选处理机械化水平为 60.38%,可能是因为河北小麦有部分用途是用于种子,导致机械清选处理作业量较大;吉林和河南的粮食清选处理机械化水平约在 20%~30%之间,可能是因为使用不带有清选功能的联合收割机进行收获后,得到的水稻和小麦直接进入工厂加工所导致。详见图 8。

本次监测调查得到的粮食机械保质处理机械化水平约为 35.06%,与半年监测数据 32.4%保持一致。各省数据差异较大,其主要原因为各省的粮食产后初加工作业模式存在较大的差异,其中江西和广东的机械保质处理机械化水平较高,均超过 60%;山东、河南和吉林的机械保质处理机械化水平较低,均不超过 20%,可能是因为北方

地区粮食收获后含水率较低、气候干燥，烘干作业量较少导致^[19]。详见图 9。

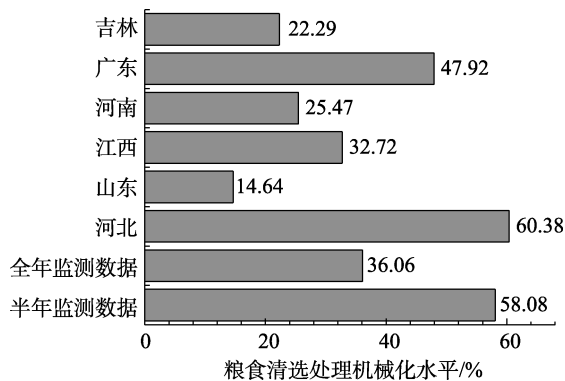


图 8 全国及监测调查省的粮食清选处理机械化水平情况

Fig.8 Mechanization level of grain cleaning treatment in China and monitored provinces

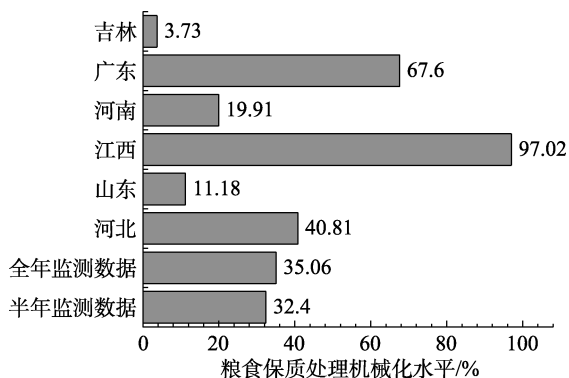


图 9 全国及监测调查省的粮食保质处理机械化水平情况

Fig.9 Mechanization level of grain quality guaranteeing treatment in China and monitored provinces

3 讨论与结论

3.1 讨论

本文基于 6 省 120 个农业经营主体的监测调查数据，分析了 2020 年我国粮食初加工机械化水平情况，为分析和判断我国粮食初加工机械化水平和发展趋势提供了依据。然而，本文主要选取合作社、家庭农场或加工企业作为监测点，其中合作社和家庭农场的干燥和储藏机械化水平普遍较低，与国家储备库先进的烘储技术差距较大，且这些经营主体的部分粮食最终会进入储备库。因此，尽管本文尽可能全面地获取农产品初加工机械化的数据，但是由于监测点选取的局限性，基于此分析得到的结果尚存在进一步完善的空间。同时，粮食初加工机械化水平随粮食种类及粮食用途的不同而有变化，在分析和应用不同

省份粮食初加工机械化水平数据时应考虑这一因素。

3.2 结论

综合 6 个省份的监测调查数据发现，我国粮食初加工机械水平为 56.95%，高于全国 11 个大类农产品的总体初加工机械化水平，其中广东和江西的粮食初加工机械化水平均超过了 70%，河北和河南约在 45%~65% 之间，吉林和山东略高于 40%；在三大主要粮食作物之中，我国水稻初加工机械化水平约为 68.55%，小麦约为 57.40%、玉米约为 49.35%；在初加工的三大作业环节之中，我国粮食脱出处理环节机械化水平达 96.61%，粮食清选处理机械化水平为 36.06%，粮食保质处理机械化水平为 35.06%。

总体上看，区域上我国吉林和山东的粮食初加工机械化水平最低，与 50% 左右的机械化率尚有差距；粮食种类上玉米初加工机械化水平最低，环节上我国粮食保质处理机械化水平最低。其根本原因在于小麦和玉米的清选和保质处理机械化率低，导致小麦和玉米主产区的山东、吉林等北方地区整体粮食初加工机械化率低。基于此，今后应以合作社等新型经营主体为重点，持续关注玉米、小麦的保质（干燥、保鲜、储藏）、清选处理机械化水平的提升，进一步促进我国粮食初加工机械化水平的提高和均衡发展。

参考文献：

- [1] 李玉波, 杨淑杰, 邬伟三, 等. 农业机械化与农民增收关系的交互动态响应分析——基于吉林省统计核算数据[J]. 中国农机化学报, 2021, 42(1): 151-158.
LI Y B, YANG S J, WU W S, et al. Interactive dynamic response analysis of the relationship between agricultural mechanization and farmers' income increase: Based on statistics and accounting data of Jilin Province[J]. Journal of Chinese Agricultural Mechanization, 2021, 42(1): 151-158.
- [2] 农业部: 加快推进农产品初加工机械化科技创新[J]. 中国果菜, 2014, 34(4): 16.
Ministry of Agriculture of the PRC: Speeding up scientific and technological innovation in mechanization of primary processing of agricultural products[J]. Chinese Fruit and vegetable, 2014, 34(4): 16.
- [3] 易小兰, 颜琰, 张婷. 农业支持保护补贴对粮食生产的影响——基于 6 省 326 份农户样本的分析[J]. 山西农业大学学报(社会科学版), 2020, 19(3): 84-91.
YI X L, YAN Y, ZHANG T. The impact of agricultural support

- and protection subsidies on grain production analysis of 326 samples of farmers in 6 provinces[J]. *J. Shanxi Agric. Univ. (Social Science Edition)*, 2020, 19(3): 84-91.
- [4] 张桃林. 在 2019 年全国农业机械化工作会议上的讲话[EB/OL]. <http://www.amic.agri.gov.cn/secondLevelPage/info/52/75404>. ZHANG T. Speech at the national conference of agricultural mechanization in 2019[EB/OL]. <http://www.amic.agri.gov.cn/secondLevelPage/info/52/75404>.
- [5] 农业农村部农业机械化推广司. 2019 年全国农业机械化统计年报[M]. 北京, 2020. Agricultural Mechanization Management Division, Ministry of Agriculture and Rural Affairs. Annual report of national agricultural mechanization statistics[M]. Beijing, 2020.
- [6] 王五明, 张学军, 安邦. 山西省农产品初加工机械化发展及推广应用对策分析——以农户、合作社等中小型农产品初加工机械发展为例[J]. *农产品加工*, 2020(9): 80-84. WANG W M, ZHANG X J, AN B. Analysis on the development and application of mechanization of primary processing of agricultural products in Shanxi Province: Taking the development of small and medium-sized agricultural products primary processing machinery such as farmers and cooperative as an example[J]. *Farm Products Processing*, 2020(9): 80-84.
- [7] 吕斌. 浙江省农产品初加工机械化发展研究[D]. 浙江大学, 2018. LV B. Study on mechanization development of agricultural products primary processing of Zhe Jiang province[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2018.
- [8] 国务院. 关于加快推进农业机械化和农机装备产业转型升级的指导意见(国发〔2018〕42号)[EB/OL]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2018-12/29/content_5353308.htm. The State Council of the PRC. Guidance on accelerating agricultural mechanization and the transformation and upgrading of agricultural machinery equipment industry((2018)No.42)[EB/OL]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2018-12/29/content_5353308.htm.
- [9] 李燕羽, 常青, 苑江浩, 等. 区块链技术在粮食质量追溯体系中应用探讨[J]. *粮油食品科技*, 2020, 28(6): 118-123. LI Y Y, CHANG Q, YUAN J H, et al. Application of blockchain technology in grain quality traceability system[J]. *Science and Technology of Cereals, Oils and Foods*. 2020, 28(6): 118-123.
- [10] 郑文钟. 浙江省农产品初加工机械化发展现状与对策[J]. *现代农机*, 2019(3): 13-17. ZHENG W Z. Situation and countermeasures of primary processing mechanization development of agricultural products in Zhejiang Province[J]. *Modern Agricultural Machinery*, 2019(3): 13-17.
- [11] 李若媛. 浅谈山西省农产品初加工机械发展现状[J]. *农产品加工*, 2019(24): 79-81. LI R Y. A brief discussion on the development of primary processing machinery for agricultural products in Shanxi Province[J]. *Farm Products Processing*, 2019(24): 79-81.
- [12] VESELINOV B, ADAMOVIĆ D, MARTINOV M, et al. Mechanized harvesting and primary processing of *Calendula officinalis* L. inflorescences[J]. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2014, 12(2): 329-337.
- [13] 刘喜前. 柳林县机械化核桃产后处理及初加工技术[J]. *农业与技术*, 2019, 39(10): 24-25. LIU X Q. Mechanized postharvest treatment and primary processing of walnut in Liulin county[J]. *Agriculture and Technology*, 2019, 39(10): 24-25.
- [14] 李反修. 对宜都市茶叶初加工机械化发展思考[J]. *湖北农机化*, 2019(10): 3-4. LI F X. Thinking on the development of primary processing mechanization of tea in Yidu city[J]. *Hubei Agricultural Mechanization*, 2019, 39(10): 24-25.
- [15] 沈冯峥, 徐康, 李琴, 等. 竹材初加工机械研究现状及发展趋势[J]. *浙江林业科技*, 2019, 39(6): 105-110. SHEN F Z, XU K, LI Q, et al. Situation and development of primary processing machinery for Bamboo[J]. *J Zhejiang For Sci Technol*, 2019, 39(6): 105-110.
- [16] 陈治华, 林兴文, 罗映山, 等. 机械热风干燥技术在云南咖啡初加工中的应用[J]. *中国热带农业*, 2014(2): 60-61. CHEN Z H, LIN X W, LUO Y S, et al. Application of mechanical hot air drying technology in the primary processing of Yunnan coffee[J]. *China Tropical Agriculture*, 2014(2): 60-61.
- [17] 郑浩. 产业链视角下河南省农产品加工业发展问题研究[D]. 河南师范大学, 2018. ZHENG H. Research on the development of agricultural product processing industry in Henan province from the perspective of industry chain[D]. Xinxiang: Henan Normal University, 2018.
- [18] SARA S, CARSTEN F H. The fate of mycotoxins during the primary food processing of maize[J]. *Food Control*, 2021, 121: 107651.
- [19] ALBERTONI S M, LUCAS K, GOMES D R, et al. Effect of drying air temperature and storage on industrial and chemical quality of rice grains[J]. *Journal of Stored products Research*, 2020, 89:101717. 完
- 备注: 本文的彩色图表可从本刊官网 (<http://lyspkj.ijournal.cn/ch/index.aspx>)、中国知网、万方、维普、超星等数据库下载获取。