

西安市农作物秸秆综合利用技术模式分析

褚春年, 魏礼 (西安市农机监理与推广总站, 陕西西安 710065)

摘要 以西安市秸秆综合利用情况为例, 分析了秸秆机械化综合利用技术模式, 提出了适合推广的秸秆机械化综合利用技术最佳组合模式, 旨在为一年两作区小麦玉米秸秆机械化综合利用提供参考。

关键词 秸秆; 综合利用; 技术模式; 农作物

中图分类号 S216.2 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2022)08-0179-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.08.050

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Analysis of the Comprehensive Utilization Technical Model of Crop Stalk in Xi'an City

CHU Chun-nian, WEI Li (Xi'an Agricultural Machinery Supervision and Promotion Station, Xi'an, Shaanxi 710065)

Abstract Taking the comprehensive utilization of stalk in Xi'an City as an example, this paper analyzed the mechanized comprehensive utilization technical mode of stalk, and put forward the best combination mode of mechanized comprehensive utilization technology of stalk for promotion, so as to provide references for mechanized comprehensive utilization of wheat and corn stalk in bi-annual planting cropping areas.

Key words Stalk; Comprehensive utilization; Technical mode; Crops

我国是农业大国, 农作物秸秆产量大、分布广、种类多, 长期以来一直是农民生活和农业发展的宝贵资源^[1]。2013—2017年我国主要粮食作物秸秆年均产量7.8亿t, 其中水稻、小麦和玉米秸秆年产量分别为2.3亿、1.7亿和3.8亿t, 占三大粮食作物秸秆总产量的29.5%、21.8%和48.7%^[2]。随着农业连年丰产丰收, 农作物秸秆产量逐年增多, 秸秆随意抛弃、焚烧现象严重, 因而带来一系列环境问题^[3]。农作物秸秆含有多种可被利用的有效成分, 碳、钾、硅、氮、钙、镁、磷等元素及纤维素、半纤维素、木质素、蛋白质、氨基酸等有机质成分, 为农作物秸秆资源的利用提供了发展空间^[4]。加快推进秸秆综合利用对于改善农村人居环境、稳定农业生态平衡、推进资源循环利用具有十分重要的意义^[5]。西安市农机部门坚持“以疏为主, 疏堵结合”方针, 围绕“标本兼治、疏堵并举、以疏保堵、以堵促疏”的工作思路^[6], 加强农作物秸秆综合利用, 示范推广秸秆机械化综合利用新技术、新机具, 通过秸秆综合利用示范田建设, 以点带面、辐射带动, 从2009年开始连续多年实现“三夏零着火点”目标^[7]。笔者对西安市农机合作社秸秆机械化综合利用技术模式进行调查分析, 并提出了适合今后推广的最佳技术集成模式。

1 秸秆综合利用现状

1.1 秸秆资源情况 西安市地处关中平原中部, 北临渭河, 南依秦岭, 全市下辖11区2县, 共有8个涉农区县, 耕地面积24.09万hm²^[8], 主要农作物为小麦和玉米, 小麦年种植面积14.68万hm², 玉米年种植面积13.54万hm²。

笔者所在课题组参照农作物秸秆资源调查与评价技术规范中的取样方法^[9], 测定的秸秆产量仅为可收集资源量: 在理论资源量中扣除留茬、收集过程中损失的穗轴、枝梗等无法从田间收集的部分^[10]。在秸秆产量测定中, 选择有代表性的7个涉农区县秸秆综合利用项目示范田, 每个区县选

3个地块, 采用“梅花五点法”, 每个地块选择5个点, 每个点选取0.5m×0.5m, 从地表割取整株小麦或玉米秸秆, 将每个测试点割取的整株小麦或玉米秸秆分别晾晒成干秸秆(含水量在15%左右)后称重测定, 计算出各个对应地块的每公顷秸秆产量平均值; 然后, 以每块地的面积为权重系数, 计算出每公顷秸秆产量加权平均值(表1~2)。从表1可以看出, 西安市小麦干秸秆产量为6 186~9 167 kg/hm², 从而估算出小麦干秸秆年产量在100万t左右。从表2可以看出, 西安市玉米干秸秆产量为10 362~14 051 kg/hm², 从而估算出玉米干秸秆年产量在150万t左右。

表1 秸秆综合利用示范田小麦秸秆产量测定

Table 1 Determination of wheat stalk yield in comprehensive stalk utilization demonstration field

地区 Region	田块 Plot	田块面积 Plot area hm ²	平均秸秆产量 Average stalk yield kg/hm ²	加权后平均秸秆产量 Average stalk yield weighted kg/hm ²
长安 Chang'an	I	3.33	8 696	8 547
	II	1.33	8 192	
	III	2.33	8 536	
鄠邑 Huyi	I	0.20	9 336	8 825
	II	0.33	8 576	
	III	0.40	8 776	
周至 Zhouzhi	I	6.87	8 800	9 134
	II	4.87	9 568	
	III	0.33	9 680	
蓝田 Lantian	I	0.13	6 784	6 186
	II	0.20	5 976	
	III	0.13	5 912	
高陵 Gaoling	I	3.33	8 408	8 463
	II	1.33	9 120	
	III	2.33	8 168	
临潼 Lintong	I	0.33	8 928	9 167
	II	0.33	8 512	
	III	0.67	9 616	
阎良 Yanliang	I	0.40	7 128	8 416
	II	0.40	8 720	
	III	0.60	9 072	

作者简介 褚春年(1970—), 男, 陕西蓝田人, 高级工程师, 从事农业机械化研究。

收稿日期 2021-06-25

1.2 秸秆综合利用情况 由表 3~4 可知,2020 年西安市夏季小麦秸秆综合利用面积 13.97 万 hm^2 ,秸秆机械化利用率达到 95.2%;2020 年秋季玉米秸秆综合利用面积 12.92 万 hm^2 ,秸秆机械化综合利用率达到 95.4%,全年主要农作物秸秆机械化综合利用率达 95.3%,实现连续 3 年秸秆机械化综合利用率在 95%以上,秸秆综合利用已经取得了一定的成效。西安市秸秆综合利用的主要渠道还是肥料化利用方式——秸秆机械化还田,小麦秸秆捡拾打捆、玉米青贮收获和饲草加工等利用方式在总利用面积中所占比例较小,秸秆机械化综合利用方式还需要不断优化,有必要开展秸秆基料化、饲料化、工业化等多元利用试点示范,拓展综合利用的技术途径^[11]。

1.3 秸秆综合利用技术模式 西安市夏季秸秆机械化综合利用工艺技术路线如下:在小麦成熟期,进行小麦机械化收获秸秆切碎还田或小麦机械化收获秸秆捡拾打捆,小麦留茬高度在 15 cm 以下,随后进行玉米免耕(硬茬)播种或玉米带状旋耕施肥播种或玉米旋耕灭茬覆盖播种(图 1)。

西安市秋季秸秆机械化综合利用工艺技术路线如下:

①玉米青贮机械化收获—玉米秸秆粉碎还田—小麦旋耕施肥播种或小麦宽幅带状旋耕施肥播种;②玉米机械化收获—玉米秸秆机械粉碎还田—小麦旋耕施肥播种或小麦宽幅带状旋耕施肥播种;③玉米籽粒机械化收获—秸秆机械粉碎还田—小麦旋耕施肥播种或小麦宽幅带状旋耕施肥播种(图 1)。

表 2 秸秆综合利用示范田玉米秸秆产量测定

Table 2 Determination of corn stalk yield in comprehensive stalk utilization demonstration field

地区 Region	田块 Plot	田块面积 Plot area hm^2	平均秸秆产量 Average stalk yield kg/hm^2	加权后平均秸秆产量 Average stalk yield weighted kg/hm^2
长安 Chang'an	I	3.33	12 265	12 253
	II	1.33	12 089	
	III	2.33	12 329	
鄠邑 Huyi	I	0.20	13 145	12 889
	II	0.33	12 617	
	III	0.40	13 009	
周至 Zhouzhi	I	6.87	11 009	10 476
	II	4.87	9 752	
	III	0.33	10 073	
蓝田 Lantian	I	0.13	9 640	10 362
	II	0.20	11 425	
	III	0.13	9 448	
高陵 Gaoling	I	3.33	12 057	12 447
	II	1.33	12 593	
	III	2.33	12 921	
临潼 Lintong	I	0.33	13 593	14 051
	II	0.33	13 313	
	III	0.67	14 641	
阎良 Yanliang	I	0.40	11 193	11 758
	II	0.40	11 993	
	III	0.60	11 977	

表 3 小麦秸秆机械化综合利用情况

Table 3 The mechanized comprehensive utilization of wheat stalk

年份 Year	种植面积 Planting area 万 hm^2	机收面积 Machine- harvested area 万 hm^2	小麦收获机 加装秸秆粉碎 装置作业面积 Working area of wheat harvester installed with straw crushing device 万 hm^2	秸秆捡 拾打捆作业 面积 Working area of straw picking and baling 万 hm^2	玉米免耕精 量播种面积 No-tillage refined sowing area of corn 万 hm^2	其他秸秆机 械化综合 利用面积 Area of other mechanized comprehensive utilization methods of straw//万 hm^2	秸秆机械 化综合利用率 Mechanized comprehensive utilization rate of straw//%
2018	17.46	17.33	13.67	0.373	7.509	2.607	95.4
2019	15.26	14.72	11.49	0.103	6.079	2.925	96.4
2020	14.68	14.53	13.72	0.178	3.289	0.067	95.2

表 4 玉米秸秆机械化综合利用情况

Table 4 The mechanized comprehensive utilization of corn stalk

年份 Year	种植面积 Planting area 万 hm^2	机收面积 Machine- harvested area 万 hm^2	秸秆粉碎还田 作业面积 Working area of crushing straw and returning straw to the field 万 hm^2	秸秆自走 式青贮收 获作业面积 Self-propelled silage harvesting area of straw 万 hm^2	秸秆饲草 加工量 Processing amount of straw forage 万 hm^2	小麦免耕 播种面积 No-tillage refined sowing area of wheat 万 hm^2	其他秸秆机 械化综合 利用面积 Area of other mechanized comprehensive utilization methods of straw//万 hm^2	秸秆机械 化综合利用率 Mechanized comprehensive utilization rate of straw//%
2018	15.52	13.14	13.26	0.692	0.793	1.895	0.035	95.2
2019	13.06	11.18	11.95	0.773	0.387	1.271	1.400	95.2
2020	13.54	12.08	11.54	0.836	0.378	1.478	0.161	95.4

2 秸秆综合利用技术成本分析

2.1 小麦、玉米秸秆机械化综合利用全过程的技术模式 在西安市粮食生产主要涉农区县选取 10 家典型农机合作社,分别为长安长丰、长安科邦、阎良润泽、阎良新利、鄠邑泽润、

鄠邑秦川、临潼联盟、周至林川、高陵镐哲、蓝田铁骑,进行秸秆机械化综合利用调查。基于夏季和秋季秸秆机械化综合利用技术路线,笔者所在课题组调查了每个合作社小麦、玉米耕种收全过程的秸秆机械化综合利用技术模式,调查发现

小麦秸秆机械化综合利用全过程的技术模式有 12 种,玉米 秸秆机械化综合利用全过程的技术模式有 12 种(表 5)。

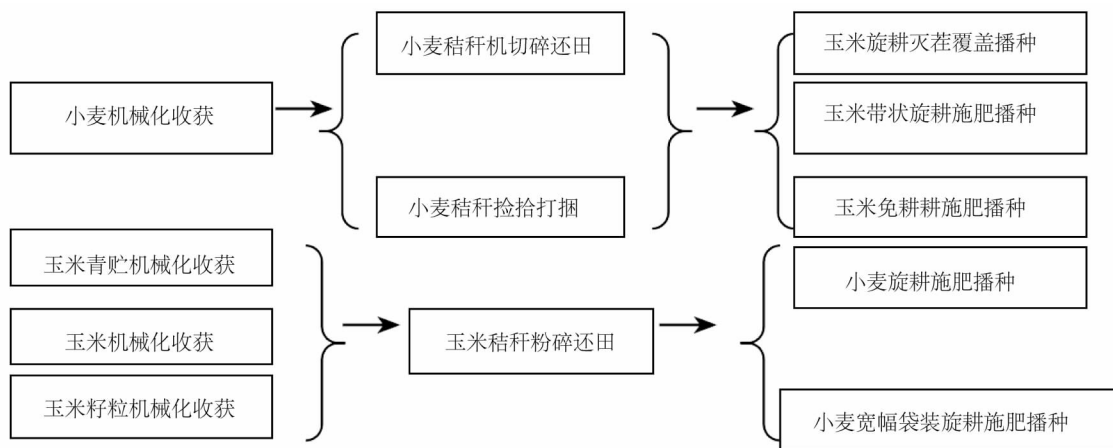


图 1 夏季、秋季秸秆机械化综合利用工艺技术模式示意

Fig.1 The technological model of mechanized comprehensive utilization of straw in summer and autumn

表 5 小麦、玉米秸秆机械化综合利用技术模式

Table 5 The technical model of the mechanized comprehensive utilization of wheat and corn straw

项目 Item	模式 Model	具体技术模式 Concrete technical model
小麦秸秆机械化综合利用 Mechanized comprehensive utilization of wheat straw	1	深松整地+小麦宽幅带状旋耕施肥播种+小麦机械化收获秸秆粉碎还田
	2	深翻整地+小麦宽幅带状旋耕施肥播种+小麦机械化收获秸秆粉碎还田
	3	不翻耕(免耕)+小麦宽幅带状旋耕施肥播种+小麦机械化收获秸秆粉碎还田
	4	深松整地+小麦旋耕施肥播种+小麦机械化收获秸秆粉碎还田
	5	深翻整地+小麦旋耕施肥播种+小麦机械化收获秸秆粉碎还田
	6	不翻耕(免耕)+小麦旋耕施肥播种+小麦机械化收获秸秆粉碎还田
	7	深松整地+小麦宽幅带状旋耕施肥播种+小麦机械化收获秸秆捡拾打捆
	8	深翻整地+小麦宽幅带状旋耕施肥播种+小麦机械化收获秸秆捡拾打捆
	9	不翻耕(免耕)+小麦宽幅带状旋耕施肥播种+小麦机械化收获秸秆捡拾打捆
	10	深松整地+小麦旋耕施肥播种+小麦机械化收获秸秆捡拾打捆
	11	深翻整地+小麦旋耕施肥播种+小麦机械化收获秸秆捡拾打捆
	12	不翻耕(免耕)+小麦旋耕施肥播种+小麦机械化收获秸秆捡拾打捆
玉米秸秆机械化综合利用 Mechanized comprehensive utilization of corn straw	I	玉米免耕(硬茬)精量播种+玉米机械化收获秸秆机械粉碎还田
	II	玉米免耕(硬茬)精量播种+玉米青贮机械化收获+秸秆机械粉碎还田
	III	玉米带状旋耕施肥精量播种+玉米机械化收获秸秆机械粉碎还田
	IV	玉米带状旋耕施肥精量播种+玉米青贮机械化收获+秸秆机械粉碎还田
	V	玉米旋耕灭茬覆盖精量播种+玉米机械化收获秸秆机械粉碎还田
	VI	玉米旋耕灭茬覆盖精量播种+玉米青贮机械化收获+秸秆机械粉碎还田
	VII	玉米免耕(硬茬)精量播种+玉米籽粒机械化收获+秸秆机械粉碎还田
	VIII	玉米带状旋耕施肥精量播种+玉米籽粒机械化收获+秸秆机械粉碎还田
	IX	玉米旋耕灭茬覆盖精量播种+玉米籽粒机械化收获+秸秆机械粉碎还田
	X	玉米免耕(硬茬)精量播种+玉米茎穗兼收+秸秆机械粉碎还田
	XI	玉米带状旋耕施肥精量播种+玉米茎穗兼收+秸秆机械粉碎还田
	XII	玉米旋耕灭茬覆盖精量播种+玉米茎穗兼收+秸秆机械粉碎还田

2.2 小麦、玉米秸秆机械化综合利用作业全过程的成本分析 根据调查合作社的秸秆机械化综合利用具体技术模式,对小麦、玉米在各种秸秆综合利用技术模式下作业全过程的成本进行分析,具体见表 6~7。

在小麦秸秆机械化综合利用技术模式下,对调查合作社小麦作业全过程成本进行分析。由表 6 可知,从各作业环节看,小麦秸秆机械化综合利用技术模式下作业成本占比最大

的是施肥成本;作业成本占比最小的是晾晒成本。从合作社使用的各种技术模式看,模式 7、8、10、11 的作业成本较高,为 4 725~6 300 元/hm²;模式 3、6 的作业成本较低,为 4 200~5 700 元/hm²。

在玉米秸秆机械化综合利用技术模式下,对调查合作社玉米作业全过程成本进行分析。由表 7 可知,从各作业环节看,玉米秸秆机械化综合利用技术模式下作业成本占比最大的是施肥成本,秸秆处理作业成本占比最低。从合作社使用的各种技术模式

看,Ⅶ、Ⅷ、Ⅸ模式作业成本较高,为5 175~6 975元/hm²;Ⅱ、Ⅳ、Ⅵ模式作业成本较低,为3 825~5 625元/hm²。

表6 小麦秸秆机械化综合利用技术模式作业过程成本分析

Table 6 Cost analysis of the operation process of the mechanized comprehensive utilization technical mode of wheat straw 元/hm²

模式 Model	种子 Seed	耕整地 Soil tilling	播种 Sowing	肥料 Fertilizer	灌溉 Irrigation	施药 Medication	收获(含 拉运) Harvesting (including hauling)	秸秆处理 Straw treatment	晾晒 Sun- drying	合计 Total
1	750~900	225~300	300~450	1 500~1 800	600~900	600~900	300~450	0	150~300	4 425~6 000
2	750~900	225~300	300~450	1 500~1 800	600~900	600~900	300~450	0	150~300	4 425~6 000
3	750~900	0	300~450	1 500~1 800	600~900	600~900	300~450	0	150~300	4 200~5 700
4	750~900	225~300	300~450	1 500~1 800	600~900	600~900	300~450	0	150~300	4 425~6 000
5	750~900	225~300	300~450	1 500~1 800	600~900	600~900	300~450	0	150~300	4 425~6 000
6	750~900	0	300~450	1 500~1 800	600~900	600~900	300~450	0	150~300	4 200~5 700
7	750~900	225~300	300~450	1 500~1 800	600~900	600~900	300~450	300	150~300	4 725~6 300
8	750~900	225~300	300~450	1 500~1 800	600~900	600~900	300~450	300	150~300	4 725~6 300
9	750~900	0	300~450	1 500~1 800	600~900	600~900	300~450	300	150~300	4 500~6 000
10	750~900	225~300	300~450	1 500~1 800	600~900	600~900	300~450	300	150~300	4 725~6 300
11	750~900	225~300	300~450	1 500~1 800	600~900	600~900	300~450	300	150~300	4 725~6 300
12	750~900	0	300~450	1 500~1 800	600~900	600~900	300~450	300	150~300	4 500~6 000

2.3 小麦、玉米秸秆机械化综合利用技术模式下产量和收益分析 根据调查合作社小麦、玉米的产量和成本分析,计算小麦、玉米在各个秸秆机械化综合利用技术模式下的平均收益。从表8~9可以看出,在小麦秸秆机械化综合利用中有“小麦机械化收获秸秆捡拾打捆”技术环节的技术模式平均

收益相对较高,其中模式7最高,达到18 637.5元/hm²;在玉米秸秆机械化综合利用中有“茎穗兼收”或“籽粒机械化收获”技术环节的技术模式平均收益相对较高,其中模式X最高,达到19 755元/hm²。

表7 玉米秸秆机械化综合利用技术模式作业过程成本分析

Table 7 Cost analysis of the operation process of the mechanized comprehensive utilization technical mode of corn straw 元/hm²

模式 Model	种子 Seed	播种 Sowing	肥料 Fertilizer	灌溉 Irrigation	施药 Medication	收获 (含拉运) Harvesting (including hauling)	秸秆处理 Straw treatment	干燥 Drying		合计 Total	
								脱粒 Threshing	晾晒 Sun- drying		烘干 Baking
I	600~750	300~450	1 500~2 100	300~600	300~600	600~900	—	300	300	—	4 200~6 000
II	600~750	300~450	1 500~2 100	300~600	300~600	600~900	225	—	—	—	3 825~5 625
III	600~750	300~450	1 500~2 100	300~600	300~600	600~900	—	300	300	—	4 200~6 000
IV	600~750	300~450	1 500~2 100	300~600	300~600	600~900	225	—	—	—	3 825~5 625
V	600~750	300~450	1 500~2 100	300~600	300~600	600~900	—	300	300	—	4 200~6 000
VI	600~750	300~450	1 500~2 100	300~600	300~600	600~900	225	—	—	—	3 825~5 625
VII	600~750	300~450	1 500~2 100	300~600	300~600	600~900	225	—	—	1 350	5 175~6 975
VIII	600~750	300~450	1 500~2 100	300~600	300~600	600~900	225	—	—	1 350	5 175~6 975
IX	600~750	300~450	1 500~2 100	300~600	300~600	600~900	225	—	—	1 350	5 175~6 975
X	600~750	300~450	1 500~2 100	300~600	300~600	600~900	225	300	300	—	4 425~6 225
XI	600~750	300~450	1 500~2 100	300~600	300~600	600~900	225	300	300	—	4 425~6 225
XII	600~750	300~450	1 500~2 100	300~600	300~600	600~900	225	300	300	—	4 425~6 225

3 效益分析

3.1 经济效益 从经济效益来看,扣除每年流转土地费9 000~18 000元/hm²,小麦秸秆机械化综合利用技术模式7+玉米秸秆机械化综合利用技术模式X为收益最高的小麦、玉米一年两作技术模式,合作社平均净收益达到24 892.5元/hm²,远远高于其他小麦秸秆机械化综合利用技术模式。

3.2 社会效益 从社会效益看,小麦秸秆机械化综合利用技术模式7为“深松整地+小麦宽幅带状旋耕施肥播种+小麦机

械化收获秸秆捡拾打捆”。该技术模式涵盖了近年来国家大力推广的深松整地技术、宽幅带状播种技术以及小麦机收加装秸秆打捆一体化技术。玉米秸秆机械化综合利用技术模式X为“玉米免耕(硬茬)精量播种+玉米茎穗兼收+秸秆机械粉碎还田”。该技术模式涵盖了近年来国家大力推广的玉米免耕播种技术和玉米茎穗兼收技术。小麦、玉米2种最佳技术模式组合所用主要技术都是复式作业,省工、省时、节本、增效,并能够有效减少农业机械进地次数,实现保护性耕作。

表 8 小麦秸秆机械化综合利用技术模式作业过程收益分析

Table 8 The benefit analysis of the operation process of the mechanized comprehensive utilization of wheat stalks

模式 Model	成本 Cost 元/hm ²	平均产量 Average yield kg/hm ²	平均收益 Average benefits 元/hm ²
1	4 425~6 000	6 750~9 000	13 687.5
2	4 425~6 000	6 375~8 250	12 337.5
3	4 200~5 700	6 000~7 500	11 250.0
4	4 425~6 000	6 375~8 250	12 337.5
5	4 425~6 000	6 000~8 250	11 887.5
6	4 200~5 700	6 000~7 500	11 250.0
7	4 725~6 300	6 750~9 000	18 637.5
8	4 725~6 300	6 375~8 250	17 287.5
9	4 500~6 000	6 000~7 500	16 200.0
10	4 725~6 300	6 375~8 250	17 287.5
11	4 725~6 300	6 000~8 250	16 837.5
12	4 500~6 000	6 000~7 500	16 200.0

表 9 玉米秸秆机械化综合利用技术模式作业过程收益分析

Table 9 The benefit analysis of the operation process of the mechanized comprehensive utilization of corn stalks

模式 Model	成本 Cost 元/hm ²	平均产量 Average yield kg/hm ²	平均收益 Average benefits 元/hm ²
I	4 200~6 000	7 500~9 000	14 700
II	3 825~5 625	30 000~37 500	6 075
III	4 200~6 000	6 750~9 000	13 800
IV	3 825~5 625	30 000~37 500	6 075
V	4 200~6 000	6 750~8 250	12 900
VI	3 825~5 625	30 000~37 500	6 075
VII	5 175~6 975	7 500~9 000	17 025
VIII	5 175~6 975	6 750~9 000	15 975
IX	5 175~6 975	6 750~8 250	14 925
X	4 425~6 225	7 500~9 000	19 755
XI	4 425~6 225	6 750~9 000	18 855
XII	4 425~6 225	6 750~8 250	17 955

3.3 生态效益 从生态效益来看,小麦秸秆机械化综合利用技术模式 7 和玉米秸秆机械化综合利用技术模式 X 组合能实现小麦秸秆和玉米秸秆的离田和还田;该组合既能实现秸秆工业化利用、饲料化利用,又能实现肥料化利用。小麦、玉米最佳技术模式组合秸秆机械化综合利用方式多样,能够实现秸秆离田和还田,能减少农业机械焚烧秸秆对大气的污染;同时,该组合技术模式采取的主要技术是复式作业,减少农业机械进地作业次数,降低了作业油耗,减少了油料消耗对大气的污染,保护了生态环境。

4 结论

通过对农机合作社的小麦、玉米秸秆机械化综合利用技术模式分析,筛选出西安市小麦、玉米秸秆机械化综合利用的最佳技术集成模式组合为“深松整地+小麦宽幅带状旋耕施肥播种+小麦机械化收获秸秆捡拾打捆+玉米免耕(硬茬)精量播种+玉米茎穗兼收+秸秆机械粉碎还田”。这一最佳秸秆机械化综合利用技术集成模式为一年两作区小麦玉米秸秆机械化综合利用提供参考。

参考文献

- [1] 石祖梁,王飞,王久臣,等.我国农作物秸秆资源利用特征、技术模式及发展建议[J].中国农业科技导报,2019,21(5):8-16.
- [2] 柴如山,王擎运,叶新新,等.我国主要粮食作物秸秆还田替代化学氮肥潜力[J].农业环境科学学报,2019,38(11):2583-2593.
- [3] 付丽霞,王晨霞,马璟.浅谈秸秆的综合利用与农业生态环境保护[J].农业开发与装备,2019(6):79,81.
- [4] 陶素华,王进.成都市农作物秸秆资源综合利用现状和对策[J].四川农业科技,2017(9):63-65.
- [5] 李奇.以还田为主推进秸秆综合利用[J].农业与技术,2016,36(13):152-153.
- [6] 刘军户.西安秸秆机械化综合利用实践思考[J].农机科技推广,2020(2):38-40.
- [7] 郭林斌,张安战,郭变梅.多措并举 疏堵结合促禁烧[J].农机科技推广,2010(5):36-37.
- [8] 陕西省统计局,国家统计局陕西调查总队.陕西统计年鉴-2020[M].北京:中国统计出版社,2020:238-273.
- [9] 中华人民共和国农业部.农作物秸秆资源调查与评价技术规范:NY/T 1701—2009[S].北京:中国农业出版社,2009.
- [10] 王涛,常小箭,黄宗华.西安市主要农作物秸秆资源量估算及能源化潜力分析[J].安徽农业科学,2017,45(16):73-77.
- [11] 王婷.太原市农作物秸秆综合利用技术的现状及发展趋势[J].当代农机,2021(2):57-58.