

# 开封秋大白菜轻简化栽培关键技术 及经济效益分析

冯健起<sup>1</sup>, 丁聪<sup>1</sup>, 冉冉<sup>2</sup>, 生园园<sup>1</sup>, 李玉阁<sup>3</sup>

(1.河南省开封市蔬菜科学研究所 河南开封 475000; 2.河南农业科学院蔬菜研究所 郑州 450002;  
3.河南大学生命科学学院 河南开封 475004)

**摘要:** 开封地区大白菜栽培历史悠久,传统种植模式大量依赖人工。2021—2022年在开封地区开展大白菜轻简化栽培示范,通过旋耕底肥撒施一体化、种绳编织、机械化播种、水肥一体化、无人机植保、机械化中耕除草等技术集成大白菜轻简化栽培模式。结果表明,平均667 m<sup>2</sup>比传统直播栽培模式减少用工60%~70%,种子节约60%,节肥35%,节水20%,成本节省30%~40%,净菜产量提高5%。大白菜轻简化栽培田间长势均匀一致,商品率高,产量提升,实现省工省时、节水节肥、节本增效,对开封地区乃至河南省大白菜及蔬菜产业的发展具有重要意义。

**关键词:** 大白菜;轻简化;机械化;关键技术;经济效益

**中图分类号:** S634.1 **文献标志码:** C **文章编号:** 1673-2871(2023)11-161-05

## Key techniques and economic benefits analysis of lightly and simplified cultivation of autumn cabbage in Kaifeng

FENG Jianqi<sup>1</sup>, DING Cong<sup>1</sup>, RAN Ran<sup>2</sup>, SHENG Yuanyuan<sup>1</sup>, LI Yuge<sup>3</sup>

(1.Kaifeng Vegetable Science Research Institute of Henan Province, Kaifeng 475000, Henan, China; 2.Institute of Vegetable, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, Henan, China; 3.College of Life Sciences, Henan University, Kaifeng 475004, Henan, China)

**Abstract:** The Kaifeng region is a traditional growing area for cabbage cultivation, and the traditional cultivation model relies heavily on manual labor. However, in the authors' demonstration of lightly simplified cabbage cultivation in 2021-2022, it was found that the use of a lightly simplified cultivation model significantly reduced the usage of labor, seeds, fertilizer and water compared to the traditional direct seeding model. It also reduces the total cost of cultivation and increases the yield and commercial rates of the cabbage. Specifically, by using the cabbage light cultivation model, labor use can be reduced by an average of 60%-70%, seed use reduced by 60%, fertilizer use reduced by 35%, water saved by 20% and total costs saved by 30%-40% per 667 m<sup>2</sup> square meters of planted area. Meanwhile, cabbage grows more evenly in the field, with higher commercial rates and improved yields. The implementation of this light and simplified cultivation model for cabbage has not only achieved savings in labor, time and resources, but has also improved economic efficiency. This innovation is of great importance for the development of the cabbage and vegetable industry in the Kaifeng area and in Henan province as a whole.

**Key words:** Chinese cabbage; Lightly simplification; Mechanize; Key techniques; Economic benefits

大白菜是十字花科芸薹属芸薹种大白菜亚种植物,是我国栽培面积最大的蔬菜作物之一,也是我国北方地区秋冬季节的主要蔬菜消费品种。开封地区大白菜种植历史悠久,传统栽培模式机械化程度低,大量依赖人工。近年来,随着农村劳动力不断向城市第二、三产业输出,用工难、用工贵、用工老龄化的问题日益凸显,产业急需作业工序简

单、省力省时、节本增效的轻简化栽培技术。

目前,开封地区大白菜种植过程中部分作业环节可通过使用大田作业机器或蔬菜专用作业机器从而实现机械化或半机械化<sup>[1-3]</sup>,但缺乏一整套轻简化、适合开封地区的栽培技术,笔者根据开封地区大白菜栽培农艺及轻简化需要,通过旋耕底肥撒施一体化、种绳编织、机械化播种、水肥一体化、无人

收稿日期: 2023-06-07; 修回日期: 2023-10-27

基金项目: 河南省重点研发专项(优质特色蔬菜新品种选育与示范, 221111110100)

作者简介: 冯健起,男,副研究员,专业方向:大白菜遗传育种与栽培。E-mail: ks6918@163.com

机植保、机械化中耕除草等技术集成大白菜轻简化栽培模式,实现整地、起垄、播种、中耕除草、植保全程机械化作业,同时实现水肥一体化管理。通过2年在开封3个县区进行大规模生产示范,秋大白菜轻简化栽培模式,平均667 m<sup>2</sup>比传统直播栽培模式减少用工60%~70%,种子节约60%,节肥35%,节水20%,成本节省30%~40%,净菜产量提高5%,实现省工省时、节水节肥、节本增效的大白菜轻简化栽培对开封地区乃至河南省大白菜及蔬菜产业的发展具有重要意义。

## 1 传统栽培模式

开封地区传统栽培模式为龟背垄单行种植,直播或移栽,沟灌,大量依赖人工。随着大型及小型农业机械的普及,部分种植环节实现机械化或半机械化,但整体参差不齐,缺乏农机与农艺充分结合的轻简化栽培技术。旋耕、起垄已基本实现机械化,旋耕与大田作业机器通用,蔬菜起垄机市面上也比较多;底肥撒施存在人工撒施和机械撒施两种方式,目前人工撒施占比50%以上,机械撒施又分为机械撒施作业和旋耕、施肥一体化作业;直播、育苗移栽、中耕除草严重依赖人工;病虫害防治有背负式喷雾器和无人机飞防2种方式;采收目前仍然依赖人工。

## 2 轻简化栽培模式

### 2.1 品种选择

开封地处河南东部,喜食叠抱类大白菜,俗称鸡腿白菜,叶球叠抱、矮桩头球形、软叶率高、炖食混汤是其主要特征<sup>[4-5]</sup>。开蔬七号是典型的鸡腿白菜,也是开封地区的主栽品种,选用该品种示范。开蔬七号,开封地区秋季露地栽培生育期75 d左右,中熟大白菜,杂交1代品种。株距60 cm,行距60 cm,667 m<sup>2</sup>种植1800株,单株净菜质量3.5 kg,667 m<sup>2</sup>净菜产量6000 kg以上,该品种综合性状好,适应性强。

### 2.2 示范情况

笔者于2021—2022年在开封市祥符区杜良乡、通许县冯庄乡、杞县沙沃乡建立了3个示范点,由于2021年示范效果较好,2022年农民主动要求参加试验,试验面积进一步扩大,示范点情况见表1、图1。秋大白菜种植的作业环节主要有施肥、整地、起垄、播种(或移栽)、浇水、打药、除草,目前开封地区整地、起垄已经全部实现机械化,表1中模式

一除整地、起垄外,其余均为人工作业;模式二与模式一相比,施肥环节由人工改为机械作业;模式三与模式二相比,在打药、除草环节实现机械化;模式四为育苗移栽,与模式三各环节机械化程度一致;模式五为轻简化栽培,各个作业环节均实现机械化。

表1 各示范点面积

Table 1 Area of each demonstration point		m <sup>2</sup>				
年份	地点	模式一	模式二	模式三	模式四	模式五
2021	祥符区	1 200.6	3 735.2	2 134.4	2 134.4	4 335.5
	通许县	1 400.7	1 667.5	1 667.5	1 934.3	5 202.6
	杞县	1 667.5	1 334.0	2 001.0	1 600.8	3 468.4
2022	祥符区	2 134.4	3 134.9	2 134.4	2 134.4	82 149.4
	通许县	1 867.6	2 334.5	2 734.7	1 667.5	67 742.2
	杞县	2 267.8	4 268.8	2 467.9	2 868.1	80 138.4



图1 现场测产

Fig. 1 On-Site production measurement

### 2.3 关键技术要点

2.3.1 旋耕、底肥撒施一体化 传统的肥料撒施与旋耕分开作业,机械化作业将二者合二为一(图2)。一般是用矩形管等型材焊接成机架,将旋耕刀、施肥箱固定在机架上,实现先施肥、后旋耕,一次完工,效率是人工的3~5倍。施肥箱设有料口大



图2 旋耕、底肥撒施一体化

Fig. 2 Integration of rotary tillage and bottom fertilizer application



小调节装置,可根据需要调节施肥量。

**2.3.2 种绳编织** 通过数控编织机,将种子编入可降解的纸条中,辅以细线绳固定,形成种绳<sup>[6-7]</sup>。1台数控编织机1h编织2000m,每个位点可编入1~3粒种子(图3)。根据品种栽培需要设置数控编织机参数调整株距、每个位点编入种子颗粒数。大白菜种绳每个位点编入3粒种子,以确保苗全苗齐。目前市面上的数控种子编织机产品较多,价格偏高,农户通常无需购买,祥符区、通许县等地有专门制作种绳的门店,根据作物及播种密度不同收费,667m<sup>2</sup>需20~50元。目前,种绳编织技术是一种较为成熟的播种机械化技术<sup>[8]</sup>,开封地区已在胡萝卜种植上大面积应用,但在大白菜上的应用目前仍处于起步阶段。



图3 种绳编织机

Fig. 3 Seed twine weaving machine

**2.3.3 机械化播种** 种绳是机械化播种的前提条件,通过种绳与种绳播种机的配套使用,实现农机与农艺的完美结合(图4)。种绳播种机集起垄、种绳播种、滴灌带铺设多功能于一体,多个工序一次完成<sup>[9-10]</sup>。种绳播种机常用的机型有2垄、4垄,



图4 机械化播种

Fig. 4 Mechanized seeding

播种深度0.5~1.0cm,1台两垄机器1d可以播种2hm<sup>2</sup>。垄体横切面呈等腰梯形,表面平整,机械化播种具有株距、行距、播种深度一致,覆土均匀、镇压严实,滴灌浇水均匀等优点,播种后出苗整齐,田间长势均匀一致,提高了商品率。部分机型带有GPS定位系统,起垄更加顺直,不仅避免了因垄歪斜而浪费土地,也方便后期机器进地作业。

**2.3.4 水肥一体化** 使用种绳播种机,在播种的同时铺设滴灌带,实现大白菜种植水肥一体化管理。传统漫灌不仅浪费水资源,还费工费时。滴灌时水、肥在大白菜根部精准补给,同时利用施肥器在大白菜莲座期、结球初期、结球中期追施水溶性肥料,节水节肥、省工省时、提高效率。没有施肥器的家庭可选择将背负式喷雾器与主管连接,利用喷雾器的压力将肥水输送至管道,实现水肥一体化。

**2.3.5 无人机植保** 无人机在作物上方0.5~1.0m喷洒药剂,1h作业3hm<sup>2</sup>,是人工的40~50倍。无人机旋转时产生巨大的气流将药物压迫作用于叶片表面,雾滴飘移少,可以减少50%左右的农药使用量,降低了用药成本。

**2.3.6 机械化中耕除草** 机械化起垄垄体大小均匀、间距稳定,便于机械化中耕除草。机械化中耕除草通常由拖拉机牵引,一次可以中耕3垄,在将垄间土犁起的同时将杂草翻埋地下,松土、除草两不误(图5)。1d作业2.0~2.5hm<sup>2</sup>。



图5 机械化中耕除草

Fig. 5 Mechanized inter-row cultivation and weed control

## 3 效益分析

### 3.1 机械化作业情况

不同栽培模式下各环节作业情况见表2,其中模式一至模式四为传统栽培模式,模式五为轻简化栽培模式(同表1)。从表中可以直观地看出,轻简

化栽培模式各作业环节都是机械化作业,机械化程度高,用工大量减少。

表2 各种种植模式作业情况

模式	施肥	整地	起垄	播种或移栽	浇水	打药	除草
模式一	○	√	√	○	○	○	○
模式二	√	√	√	○	○	○	○
模式三	√	√	√	○	○	√	√
模式四	√	√	√	○	○	√	√
模式五	√	√	√	√	√	√	√

注:√表示机械化作业,○表示人工作业。

### 3.2 水肥种子投入情况

人工点播每穴5~6粒,667 m<sup>2</sup>用种量约50 g;育苗对种子的净度、质量有更高的要求,按照种子出芽率95%、成苗率80%计算,667 m<sup>2</sup>约需要种子10 g;种绳每个位点3粒,667 m<sup>2</sup>约需要种子20 g。传统漫灌667 m<sup>2</sup>每次用水量约20 m<sup>3</sup>,按照“三水齐苗,五水定棵”,播种至莲座期浇水5次,整个生育期浇水8次,667 m<sup>2</sup>共计需160 m<sup>3</sup>;育苗苗期占地面积小,需水量少,667 m<sup>2</sup>约需0.3 m<sup>3</sup>,从定植到采收漫灌5次,667 m<sup>2</sup>共计需100.3 m<sup>3</sup>;滴灌浇水667 m<sup>2</sup>每次15 m<sup>3</sup>左右,2年3个示范点从播种到采收平均用水量124.2 m<sup>3</sup>。传统种植底肥667 m<sup>2</sup>施复合肥40 kg,追肥2次每次20 kg,共计80 kg。轻简化栽培模式667 m<sup>2</sup>施底肥30 kg,追肥随浇水滴灌共2次,每次10 kg,共计50 kg。

从表3可以看出,模式四用种量、用水量最少,这是因为育苗时1穴1粒种子,节约用种,同时苗

表3 667 m<sup>2</sup>水肥及种子使用情况

模式	种子/g	浇水/m <sup>3</sup>	肥料/kg
模式一	50	160.0	80
模式二	50	160.0	80
模式三	50	160.0	80
模式四	10	100.3	80
模式五	20	124.2	50

表5 667 m<sup>2</sup>费用投入情况分析

模式	生产资料						人工或服务费						合计			
	种子	编绳费用	化肥	种苗	农药	管带	整地	肥料撒施	起垄	播种或移栽	浇水	间苗		除草	追肥	病虫害防治
模式一	25		400		120	95	40	8	50	80	160	64	160	80	30	1312
模式二	25		400		120	95	40	0	50	80	160	64	160	80	30	1304
模式三	25		400		60	95	40	0	50	80	160	64	40	80	24	1118
模式四	5		400	240	40	95	40	0	50	120	120	0	40	80	12	1237
模式五	10	28	250		60	110	40	0	0	60	80	64	40	0	24	778

期占地面积小,用水量也大大减少。轻简化栽培比传统直播方式节约种子30 g,节约60%;用水量124.2 m<sup>3</sup>,比传统直播漫灌减少35.8 m<sup>3</sup>,节约用水22.4%;667 m<sup>2</sup>用肥量50 kg,节省肥料30 kg,节约37.5%。

### 3.3 用工情况

传统的栽培模式用工主要集中在播种、移栽、浇水、间苗、追肥、病虫害防治等环节,轻简化栽培模式通过机械化作业省去了大部分用工,仅在浇水和间苗环节少量用工(表4),667 m<sup>2</sup>比传统栽培模式节约用工2.2~5.2个,按照80元·d<sup>-1</sup>的用工价格,节约176~416元。此外,白菜播种及出苗期正逢高温时节,漫灌浇水需不断排空、扯拽管带,滴灌浇水时只需巡视管带出水情况,劳动强度大大降低。

表4 667 m<sup>2</sup>用工情况

模式	肥料撒施	播种或移栽	浇水	间苗	除草	追肥	打药	合计
模式一	0.1	1.0	2.0	0.8	2.0	1.0	0.1	7.0
模式二	0.0	1.0	2.0	0.8	2.0	1.0	0.1	6.9
模式三	0.0	1.0	2.0	0.8	0.0	1.0	0.0	4.8

### 3.4 费用投入情况

开封地区大白菜种植多以家庭为单位,总体栽培面积虽然大,但没有较大规模的集中连片化生产,多以散点形式分布,农户自行购买机器成本太大,难以接受,于是在农村形成了农机服务队,这些服务队根据作业环节和面积收费,整地667 m<sup>2</sup>费用40元,起垄667 m<sup>2</sup>费用50元,推动了大白菜轻简化栽培的进程。从表5可以看出,传统种植模式667 m<sup>2</sup>投入1118~1312元,轻简化栽培模式667 m<sup>2</sup>投入778元,成本投入减少340~534元,节约30.4%~40.7%。

### 3.5 商品性状及产量情况

每个示范点随机选取10点,每点18 m<sup>2</sup>,测量总株数、商品株数、产量、株高、开展度、球高、球径

等数据,测定方法参照 GB/T19557.5—2017《植物品种特异性、一致性和稳定性测试指南 大白菜》。2年3个试点5种模式下的大白菜商品性状及产量结果见表6。从表中可以看出,模式五下的株高、开展度、球高、球径4项植物学性状数据变动范围缩小,表明轻简化栽培模式下的大白菜外观性状一致性提高。从商品率看,前3种模式之间没有显著差异,平均商品率83.1%,模式四商品率87.5%,比前3

种模式平均商品率提高4.1%,这是因为移栽时选取壮苗定植,剔除弱苗、病苗,为大白菜整齐性奠定了基础,模式五商品率91.2%,比前3种模式平均商品率提高8.1%,全程机械化整地、种植、田间管理各项农艺措施一致性高,大白菜整齐度更好;从产量看,前3种模式间产量差异较小,平均667 m<sup>2</sup>产量6 033.3 kg,模式四比前3种模式平均667 m<sup>2</sup>产量提高246.0 kg,增产4.1%,模式五比前3种模式平

表6 不同栽培模式下的商品性状及产量

Table 6 Commodity traits and yield under different cultivation modes

模式	商品率/ %	667 m <sup>2</sup> 产量/ kg	株高/cm			开展度/cm			球高/cm			球径/cm		
			最大值	最小值	极差	最大值	最小值	极差	最大值	最小值	极差	最大值	最小值	极差
模式一	83.2	6 074.1	36.5	25.2	11.3	65.2	55.4	9.8	25.9	19.5	6.4	26.7	18.2	8.5
模式二	82.9	5 978.2	34.9	22.8	12.1	64.2	54.1	10.1	24.8	17.5	7.3	27.2	17.4	9.8
模式三	84.1	6 046.8	37.4	25.5	11.9	66.9	57.3	9.6	26.4	18.5	7.9	26.8	17.9	8.9
模式四	87.5	6 279.3	36.9	27.4	9.5	67.6	59.9	7.7	25.3	19.7	5.6	23.2	18.5	4.7
模式五	91.2	6 374.2	33.3	28.2	5.1	64.4	59.8	4.6	23.9	20.8	3.1	22.5	19.6	2.9

均667 m<sup>2</sup>产量提高340.9 kg,增产5.7%。

## 4 小 结

(1)从费用投入情况看,模式二与模式一仅在肥料撒施方法上有区别,因此总体投入费用差别不大;模式三667 m<sup>2</sup>费用投入分别比模式一、模式二少194、186元,主要体现在除草、病虫害防治的机械化应用方面;轻简化栽培模式667 m<sup>2</sup>费用投入778元,比传统模式节约340~534元,仅用工环节节省投入176~416元。轻简化栽培模式不仅省工省时、节水节肥,而且生产投入少,商品率高,产量高,尤其适合在劳动力日益缺乏的农村规模化种植。

(2)模式四为育苗移栽,虽然667 m<sup>2</sup>投入1237元,排名第三,但该模式用种量、用水量最少,且用工也在4种传统模式中最少。该模式优点:一是苗期不占地,可为前茬作物腾地留出更长时间,茬口衔接更加多元化;二是购买种苗比较方便,秋大白菜种苗每株价格在0.10~0.15元,已经被越来越多的农户接受;三是无论地块形状与大小,都适用。

(3)开封地区大白菜种植规模化程度较低,规模化效益优势无法体现,因此在推广轻简化栽培模式时有一定的局限性。以家庭为单位的种植通常面积较小,大型机器作业时有多不便;由于滴灌出水缓慢,需要水井配备水塔或压力调节设备,否则管道容易崩裂。建议集中连片种植,便于机械化作业和滴灌。

(4)根据近几年市场情况,肥料、用工费用不断

上涨,但大白菜价格却没有明显的变化,因此节本增效的种植模式是促进大白菜产业化发展,提高农民收益、促进乡村振兴的重要方法,轻简化栽培模式应运而生,适合在广大农村地区推广应用。

(5)目前大白菜的采收依赖人工,尤其开封地区大白菜90%为矮桩头球形,对采收机械有一定的特殊要求,建议厂家结合实际生产适合矮桩头球形白菜采收机。

## 参考文献

- [1] 郭凤领,吴金平,黄科,等.我国主要露地蔬菜轻简高效生产现状与展望[J].中国蔬菜,2021(9):1-6.
- [2] 邹岚,张晓文,杨晓霞.大白菜起垄铺膜施肥一体化播种机的研发[J].农业工程技术,2020(12):50-51.
- [3] 杨雅婷,崔志超,高庆生,等.我国大白菜机械化生产现状及发展建议[J].中国蔬菜,2020(11):9-16.
- [4] 冯健起,丁聪,生园园,等.早熟大白菜新品种汴早九号的选育[J].长江蔬菜,2022(20):35-37.
- [5] 冯健起,丁聪,生园园,等.中熟大白菜新品种开蔬七号的选育[J].中国瓜菜,2023,36(6):128-131.
- [6] 王家胜,尚书旗.基于种子带模式小区精密播种装备的研制(英文)[J].农业工程学报,2012,28(S2):65-71.
- [7] 禹光媛,孙斌.水果青萝卜德高东山编绳播种及栽培管理[J].农业科技通讯,2021(11):301-303.
- [8] 刘春磊.蔬菜种绳精准高效编织技术研究[D].南京:南京理工大学,2021.
- [9] 王锐竹,吴建金,王丽,等.天津市蔬菜轻简化生产技术示范现状[J].中国蔬菜,2019(12):90-92.
- [10] 林建华,邵玉慧,李海燕,等.浅谈蔬菜种子带精量播种技术[J].天津农林科技,2020(5):33-34.