



宫帅,郭正宇,张中东,等.谷子膜侧播种关键技术指标研究[J].黑龙江农业科学,2022(12):1-7.

# 谷子膜侧播种关键技术指标研究

宫 帅<sup>1</sup>,郭正宇<sup>1</sup>,张中东<sup>1</sup>,陈 丽<sup>1</sup>,王浩宇<sup>1</sup>,王志刚<sup>2</sup>

(1.山西农业大学 玉米研究所,山西 忻州 034000; 2.山西潞玉种业股份有限公司,山西 长治 046000)

**摘要:**为解决膜上打孔种植中存在的扣苗放苗、作物早衰、地膜回收难等问题,采用当地主栽谷子品种张杂谷 16 号和神谷 99 作为试验材料,针对自主研发的 2MBFC-1/2 多功能膜侧精量播种机使用过程中谷子膜侧栽培技术中的关键技术指标进行了两年试验。结果表明,在种植档位为 5 档(播种量为  $4.950\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ )时,穗长、植株干重、千粒重和产量均最大。不同播种深度下,植株株高、谷穗穗粗均没有显著性差异。穗长、植株干重、千粒重和产量在播深为 5 cm 时均为最大。建议在农业生产中使用此播种机具播种谷子时,档位调为 5 档,种植深度调试为 5 cm,植株性状和产量效果最佳。

**关键词:**谷子;膜侧播种;种植密度;播种深度;产量

山西省地处黄土高原,地形复杂,气候干旱,土壤贫瘠,大约 70% 的耕地是丘陵旱地,5—9 月降雨量为 350~496 mm,属于半干旱气候<sup>[1-2]</sup>。覆膜栽培因其显著的保温、提墒、增效作用,促进了旱地雨养农业的发展<sup>[3-4]</sup>,但大量使用地膜造成的白色污染日趋严重,这也成为制约地膜使用的主要问题<sup>[5]</sup>,围绕“不用、少用或循环利用”地膜的生产模式成为旱地农业研究的热点问题。目前,农业生产上使用的地膜覆盖种植方式主要有常规膜上打孔种植、全膜双垄沟种植方式。这两种种植方式均为鸭嘴式打孔种植,很难做到探墒播种,后期就会出现出苗时间相差较大,造成大小苗现象,大幅影响产量。膜侧种植方式打破了传统的打孔种植方式,可以使用硬茬开沟排种器,这样可以做到探墒播种,显著提高种子的出苗率和整齐度,同时由于膜侧种植,根系和地膜不绞缠,使地膜回收成为可能,成为有效解决白色污染的方法。

山西复杂的地形条件和多变的气候特征造就了山西农作物多样性的特点,也成就了山西小杂粮之都的称号,众多小杂粮中,谷子当属首位,由于谷子具有悠久的栽培历史<sup>[6]</sup>,适应性强,耐旱、耐贫瘠<sup>[7]</sup>,在国民经济发展及人们的生活生产中

占有重要的地位。同时谷子含有较多的胡萝卜素、维生素、铁等对人体有益的微量元素,是其他杂粮所不能替代的,所以谷子成为我国北方干旱、半干旱地区的支柱作物。近年来国家大力提倡发展小杂粮产业,所以发展谷子生产、改良谷子品质也顺应了农业生产发展的需求,目前谷子品种和适应丘陵地区的中小型机械成为制约谷子产业发展的主要瓶颈<sup>[8-9]</sup>。常规谷具有产量偏低,易倒伏,对除草剂敏感等缺点。随着杂交谷的大面积推广应用,很大程度上解决了品种单一、适应性差和谷子除草的问题<sup>[10-11]</sup>。谷子机械研究方面,半精量穴播始于 1997 年<sup>[12]</sup>。栗利元等<sup>[13]</sup>研制了谷子精播耧。张东光等<sup>[14]</sup>2010 年研制出 2BX-10 型小籽粒精少量播种机,2011 年又进行了其种植工艺的研究<sup>[15]</sup>。2012 年,张世杰<sup>[16]</sup>在 2B-8 型谷物播种机技术的基础上,成功研发出 2BP-6 精少量谷子播种机。同年,郭玉明等<sup>[17]</sup>也进行了 2BX 系列谷子精少量播种机的开发和研制;秦理平等<sup>[18]</sup>进行了 2BG-6 型可调控专用谷子精少量播种机的试验研究。但现有机械仍然很难解决“出全苗,用种省,少投工,膜污染”的根本问题。

本试验以减少白色污染和适应于谷子精量播种作为突破点,首先试制了适应多种地形的 2MBFC-1/2 多功能膜侧精量播种机,这一机械可以实现玉米、谷子、高粱、豆类等多种作物的单粒精量播种,在播种机的推广阶段,表现出了苗全苗齐、免扣苗、用种省、抗倒伏等多个优点,这也是老百姓接受认可此项技术的原因,目前此项技术在玉米种植方面已经比较成熟,但谷子种植方面还

收稿日期:2022-09-05

基金项目:山西农业大学(山西省农业科学院)农业科技创新研究课题(YCX2020422);国家玉米产业技术体系忻州综合试验站(CARS-02-75)。

第一作者:宫帅(1981—),男,硕士,副研究员,从事玉米及杂粮栽培生理研究。E-mail:gongshuai1981@163.com。

没有相应的艺机一体化技术与之配套。本研究针对谷子膜侧播种机在谷子种植方面的主要参数,通过多年多点试验最终确定适宜的播种深度、种植密度(种植档位),为膜侧播种技术在谷子种植方面提供技术支撑,以期促进山西省谷子产业持续健康发展。

1 材料与方法

1.1 材料

2020 年在定襄良种场试验田以当地主栽品种张杂谷 16 号作为试验材料,2021 年分别在定襄良种场以张杂谷 16 号和忻州解原乡东社村以神谷 99 作为试验材料。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验一年一季,2020 年为预试验,分别设计了膜侧露地对照试验、不同种植行距试验、不同播深、不同种植密度(按播种机 8 个档位分别调节)4 个试验。膜侧露地对照试验中膜侧种植采用 2MBFC—1/2 多功能膜侧精量播种机进行播种,播种行距为 65 cm,播种深度为 4 cm,种植档位为 5 档。不同行距试验中,行距设置 60,65,70 和 75 cm 4 个梯度,种植深度为 4 cm,种植档位设置为 5 档。不同播深试验中,播深设置了 3,4,5,6 和 7 cm 共 5 个播种深度,种植行距为 65 cm,种植档位设置为 4 档。不同种植密度试验中,种植密度按照播种机具的 8 个档位分别调节,设置了 8 个播种密度,种植行距为 65 cm,播种深度为 4 cm。试验管理按照当地种植水平。各个处理设置 3 个重复,每个小区面积为 60 m<sup>2</sup>,档位和种植密度对应关系见表 1。经过分析膜侧种植植株性状和产量性状均优于露地种植。种植密度在 3~5 档时为最佳播种量,播种深度在 4~6 cm 时产量较大,播种行距为 65 cm 时最优。故 2021 年在上一年试验的基础上分析并优化试验设计,重点设置了不同播种深度和不同种植密度两个试验,分别在定襄县良种场种植了当地主栽品种杂交谷张杂谷 16 号,在东社村种植了当地主推品种常规种神谷 99。播深试验分别设计了 3,4,5,6 cm 4 个播种深度,种植行距为 65 cm,种植档位为 5 档。播种密度试验设置了 1,3,5 和 7 档 4 个档位,播种深度为 4 cm,种植行距为 65 cm,试验管理按照当地常规方式进行。由于两年的播深试验和种植密度试验设置基本相同,所以后文将这两个试验数据放在一起对比讨论。

1.2.2 调查项目及方法 对应不同档位得出不

同的播种量,在谷子灌浆期调查植株的基本性状,在收获期通过考种考量不同处理的产量性状。各处理均按 5 点法取样。

1.2.3 数据分析 试验数据采用 Excel 2007 和 SPSS 19.0 软件进行统计、处理、分析。

2 结果与分析

2.1 不同种植档位对应的播种量

由表 1 可以看出,播种量在种植档位为 1 和 2 档时没有显著差异,但显著高于其他档位,3~7 档播种量没有显著差异,但 3~4 档显著高于 8 档时的播种量。

表 1 播种机具不同档位对应的播种量	
档位	播种量/(kg·hm <sup>-2</sup> )
1	9.045 a
2	7.650 a
3	5.745 b
4	6.075 b
5	4.950 bc
6	4.815 bc
7	4.665 bc
8	4.155 c

注:不同小写字母表示差异显著( $P\leq 0.05$ )。下同。

2.2 不同种植档位对灌浆期植株性状的影响

由图 1 可以看出,种植档位为 1 档时,留苗密度最大,株高也最高,与植株的群体顶端优势有关。种植档位越小,植株株高越高。但不同档位间的株高差异不显著。种植档位不同,留苗密度差异较大,1 档时留苗密度显著高于其他处理,但其他档位间种植密度没有显著差异。植株穗长在种植档位为 5 档时最大。植株干重也是 5 档时最大,与其他几个处理有显著差异。不同种植密度情况下,植株节数差异不显著,为 10~12 节。

2.3 不同种植档位对收获期谷穗性状及产量的影响

由图 2 可以看出,2 年 2 个品种 3 个点收获期性状表现基本一致,大穗数均为 5 档种植时最大,小穗数在 5 档时较小,且大穗数显著高于其他档位(图 2A)。平均穗长基本分布在 22~25 cm,且处理间没有显著差异。平均穗粗、穗长变化趋势基本一致,处理间没有显著差异。平均单穗重为 5 档、7 档种植时较大,其次是 3 档,且 5 档和 7 档处理间没有显著差异(图 2B)。分析原因可能是由于种植档位较大时,播种量减少,分蘖成穗较多,出现大小穗数相差较为明显的现象。

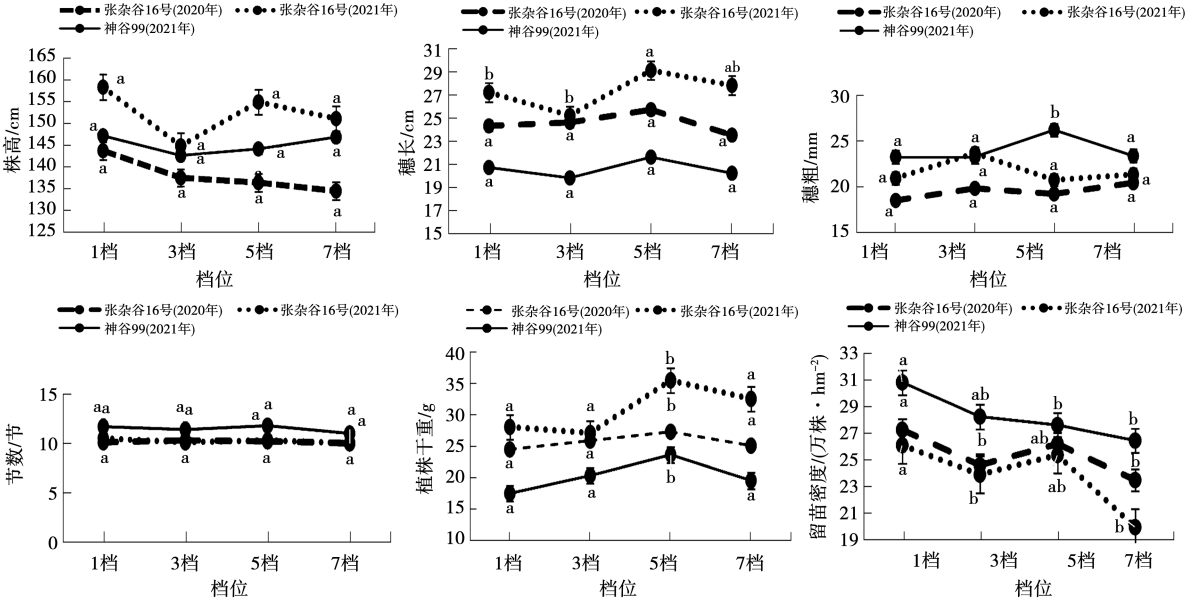


图 1 不同种植档位对灌浆期植株性状的影响  
注:不同小写字母表示差异显著( $P \leq 0.05$ )。下同。

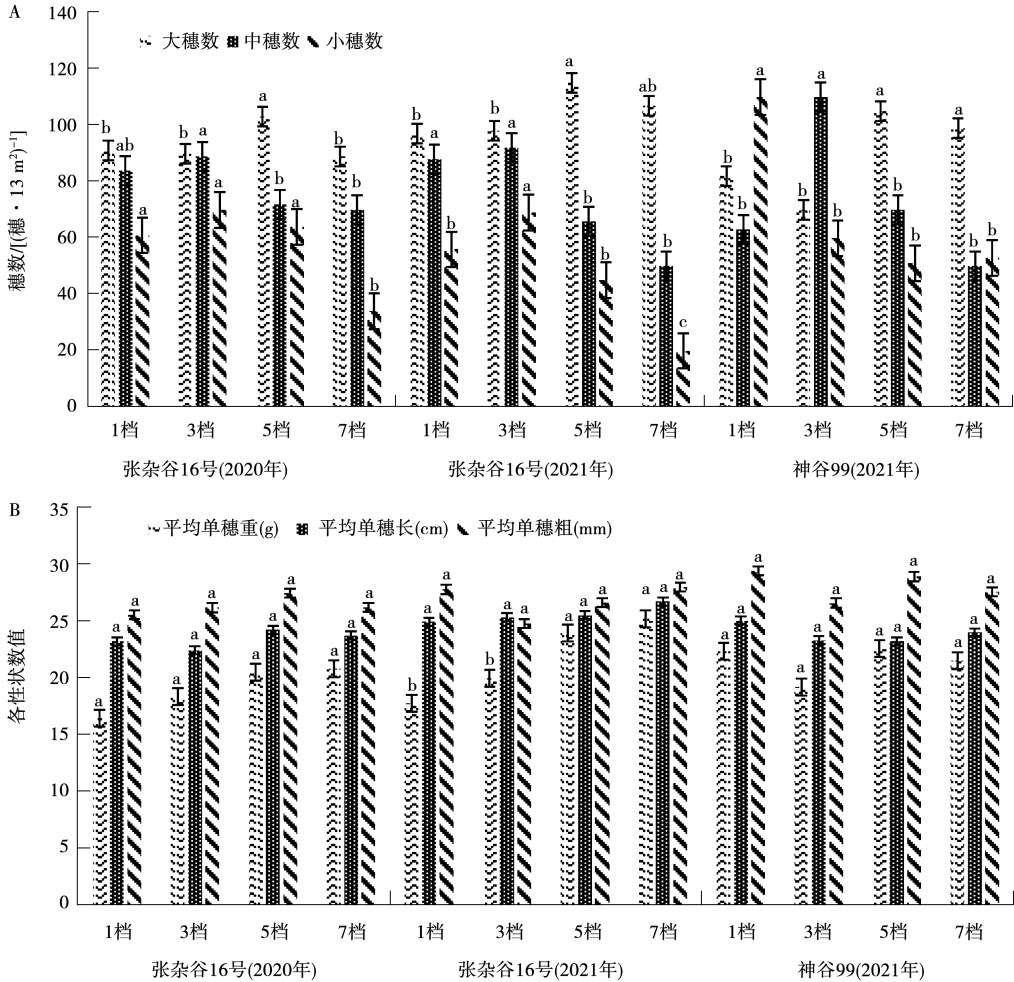


图 2 不同种植档位对收获期谷穗性状的影响

由表 2 可以看出,种植档位在 5 档时,千粒重和产量均为最大,千粒重间没有显著差异,产量为 5 档时最大,且 1、3、5 档间没有显著差异,但均高于 7 档。由于近两年天气变化较为复杂,干旱、雨涝气象频发,所以整体产量有所降低。

2.4 不同播种深度对出苗率的影响

由图 3 可以看出,播种深度<5 cm 时,出苗率基本是随着播种深度增加而增加的,当播种深度>5 cm 时,出苗率急剧下降,可能是近两年播种时较为干旱,表层土壤含水量较低,影响了谷子的出芽、萌发,在播深较大时,由于膜侧播种机是单粒播种,加之谷子顶土能力较弱,所以出苗率大幅下降。

表 2 不同种植档位对收获期产量性状的影响

品种/年份	档位	千粒重/g	产量/(kg·hm <sup>-2</sup> )
张杂谷 16 号(2020 年)	1	3.01 a	5431.50 ab
	3	3.10 a	5586.00 a
	5	3.08 a	5808.00 a
	7	3.11 a	5281.50 b
张杂谷 16 号(2021 年)	1	3.06 a	5811.00 a
	3	3.00 a	5538.15 ab
	5	3.05 a	5901.90 a
	7	2.97 a	4972.20 ab
神谷 99(2021 年)	1	3.14 a	4349.55 a
	3	3.15 a	3933.75 ab
	5	3.17 a	4461.90 a
	7	3.10 a	3128.55 b

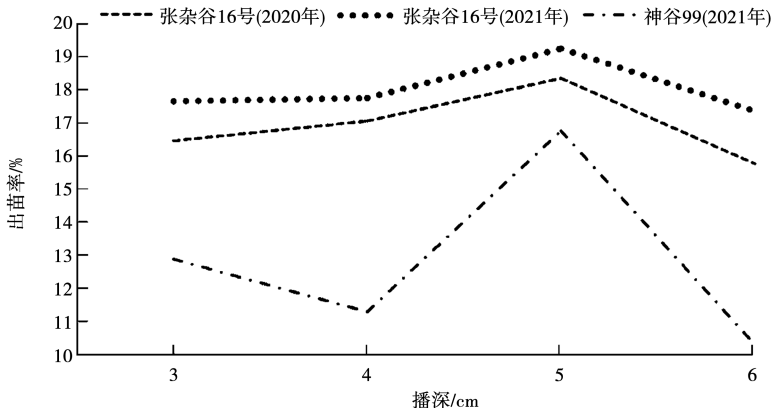


图 3 不同播种深度对出苗率的影响

2.5 不同播种深度对灌浆期植株性状的影响

由图 4 可以看出,不同播种深度种植情况下,株高和穗粗基本不随播种深度变化而变化,植株

节数随着播种深度增加而减少,植株干重和穗长基本是先增后减,整体上在 5 cm 播种深度时植株干重和穗长最大。

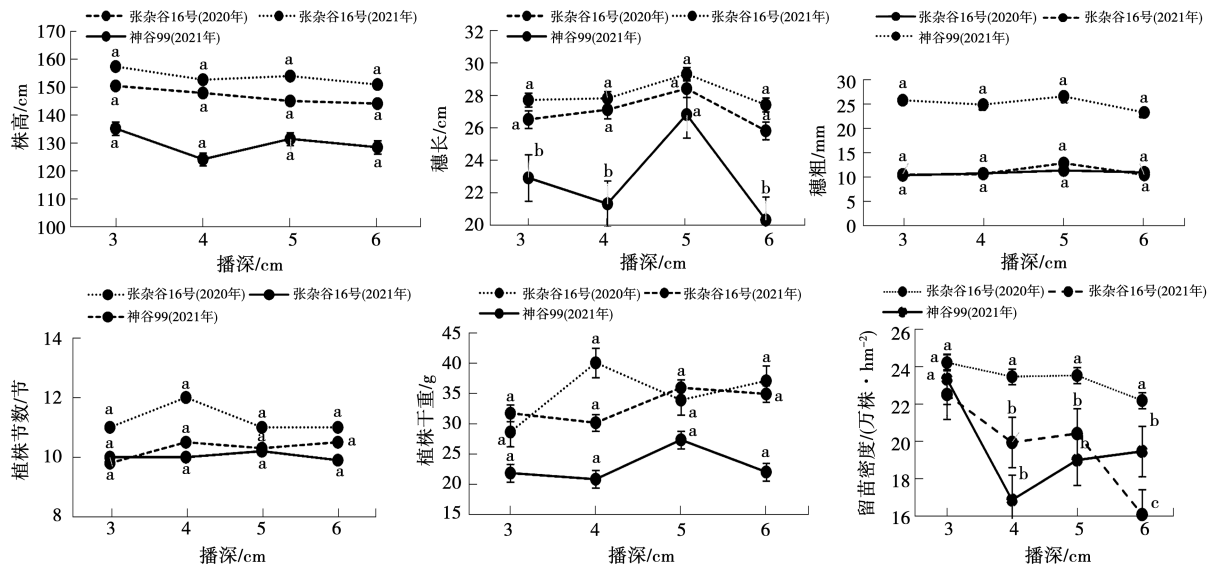


图 4 不同播种深度对灌浆期植株性状的影响

2.6 不同播种深度对收获期谷穗性状及产量的影响

由图 5 可以看出,不同品种在播种深度变化时,对收获谷穗大小影响较为明显,播深在 5 cm

时,大穗数量显著高于其他处理,播深为 4 cm 时大、中穗数量较少(图 5A)。这与考种时谷穗性状变化趋势基本一致,平均单穗重、穗长、穗粗均为 5 cm 播深时较大(图 5B)。

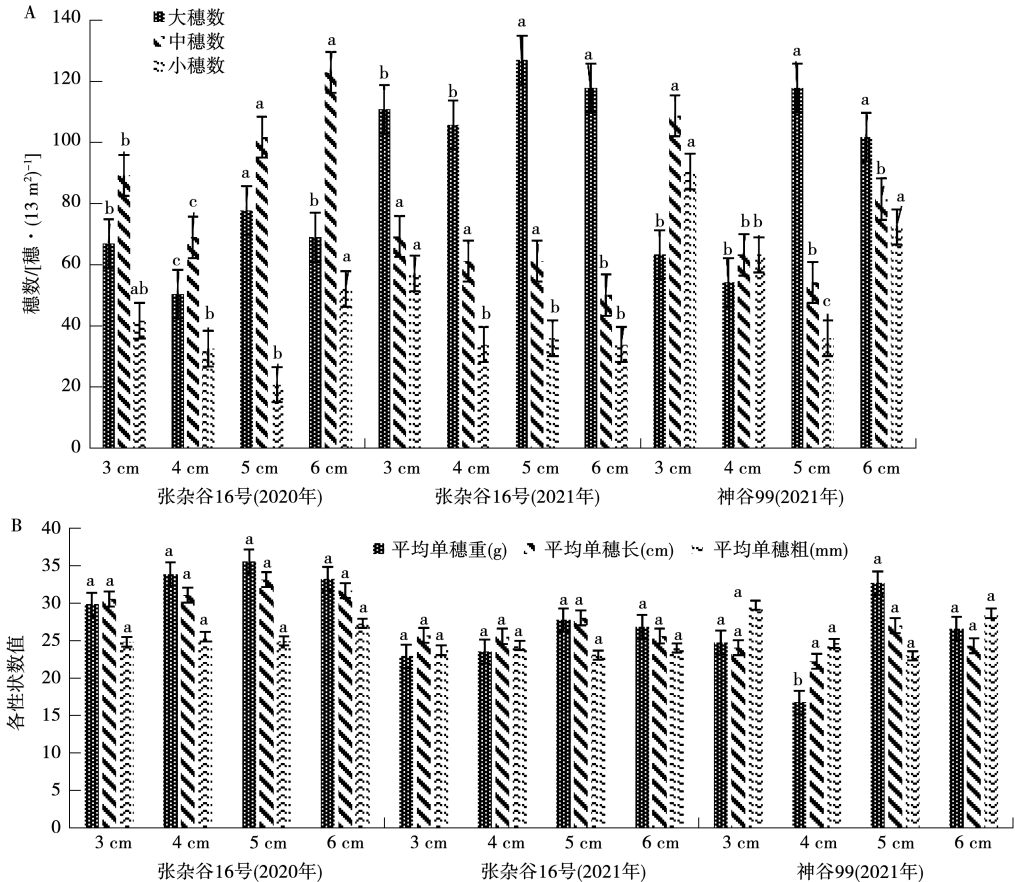


图 5 不同播种深度对收获期谷穗性状的影响

由表 3 可以看出,播种深度在 5 cm 时,千粒重和产量均为最高,千粒重间没有显著差异;播种深度为 5 cm 时,产量显著高于其他播深处理。

表 3 不同播种深度对收获期产量性状的影响

品种/年份	播深/cm	千粒重/g	产量/(kg·hm <sup>-2</sup> )
张杂谷 16 号(2020 年)	3	3.10 a	4693.95 bc
	4	3.15 a	4110.45 c
	5	3.21 a	6736.65 a
	6	3.20 a	5986.35 b
张杂谷 16 号(2021 年)	3	3.10 a	5800.95 b
	4	3.05 a	5265.30 c
	5	3.10 a	6568.95 a
	6	3.03 a	6073.80 b
神谷 99(2021 年)	3	2.91 a	3827.55 b
	4	3.11 a	4068.00 b
	5	3.13 a	5734.05 a
	6	3.02 a	5056.65 a

3 讨论

3.1 种植密度对植株性状和产量的影响

以张杂谷 16 号 and 神谷 99 为例,种植档位越小,播种量越大,播种量在种植档位为 1 和 2 档时没有显著差异,但显著高于其他档位,3~7 档播种量没有显著差异,但显著高于 8 档时的播种量。

种植密度越大,株高越高,但穗长、穗粗和干物重在种植档位为 5 档(播种量为 4.950 kg·hm<sup>-2</sup>)时较大。分析原因可能是因为播种量大的情况下,种植密度较大,植株较高,植株徒长影响后期结实。种植密度小时谷种出苗受限,种子出苗不一导致植株株高差异较大,株高较低,且灌浆受一定影响。

结合产量数据分析得知,产量随种植密度减小呈先增后减的趋势,在种植档位在 5 档(播种量

为  $4.950 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ) 时产量最大, 分析原因可能是由于 1 档出苗数较多, 分蘖较少, 基本为中小穗, 种植档位较大时, 播种量减少, 分蘖成穗较多, 出现大小穗数相差较为明显的现象。密度较大时植株分蘖减少, 主要靠主茎成穗, 但密度较大, 影响灌浆导致中、小穗偏多, 产量较低。密度较小时, 种子出土时间较长, 影响后期结实灌浆, 且果穗偏小, 所以结合密度对植株性状和产量的影响关系得出, 谷子在播种量为种植档位 5 档(播种量为  $4.950 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ) 时, 产量较为理想。

### 3.2 播种深度对植株性状和产量的影响

不同播种深度种植情况下, 不同处理间的植株株高、谷穗穗粗均没有显著性差异。穗长和谷穗干重在播深为 5 cm 时为最大。

不同品种在播深变化时, 对收获谷穗大小影响较为明显, 播深在 5 cm 时, 大、中穗数量较高, 播深为 4 cm 时大、中穗数量较少, 可能由于播种较浅时, 表层土壤土质较为稀松, 不利于根系下扎, 水分和养分吸收较其他处理少。这与考种时谷穗性状变化趋势基本一致, 谷穗干重、穗长、穗粗均在播深 5 cm 时较大, 4 和 6 cm 次之, 3 cm 最小。相应的产量变化趋势和谷穗干重、穗长、穗粗变化趋势基本一致。但产量数据较低, 可能由于近两年天气变化较为复杂, 干旱、雨涝气象频发, 所以整体产量有所降低。

本试验只选取了两个地区主栽品种进行试验, 可能不具有代表性, 值得进一步试验分析。由于谷子种植密度较大, 相邻植株间株距较小, 植株根系经常缠绕在一起, 很难分辨出植株主茎和分蘖, 关于种植密度和植株分蘖的关系以及最后对产量影响的关系还有待进一步研究。同时由于时间和用地限制, 没有设计不同播深和不同种植密度的交互作用试验, 对于这两个因素的交互作用, 有待于通过试验进一步验证。

## 4 结论

综合分析得知, 利用 ZMBFC-1/2 多功能膜侧精量播种机播种谷子时可调节种植档位在 5 档(播种量约为  $4.950 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ), 同时播种深度可以调节为 5 cm, 植株性状和产量均有较好的表现。

### 参考文献:

[1] 孙灯, 崔清亮, 侯华铭, 等. 2BDG-2 型谷子精少量电动播种机设计与试验[J]. 农业工程, 2019, 9(7): 84-86.

- [2] 张世杰. 2BP-6 精少量谷子播种机的设计与试验[J]. 农产品加工·学刊, 2012(4): 145-150.
- [3] QU Y, SU W, ZHANG P, et al. Effects of different water harvesting on soil water, growth and yield of the proso millet (*Panicum miliaceum* L.) in a semiarid region of Northwest China [J]. Journal of Agricultural Science, 2012, 4(9): 106-113.
- [4] WANG Y P, LI X G, HAI L, et al. Film fully-mulched ridge-furrow cropping affects soil biochemical properties and maize nutrient uptake in a rainfed semi-arid environment [J]. Soil Science and Plant Nutrition, 2014, 60(4): 486-498.
- [5] YANG N, SUN Z X, FENG L S, et al. Plastic film mulching for water-efficient agricultural applications and degradable films materials development research[J]. Materials and Manufacturing Processes, 2015, 30(2): 143-154.
- [6] 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.
- [7] 张晓磊, 史高雷, 赵治海. 干旱胁迫对张杂谷 3 号及亲本光合特性及物质积累的影响[J]. 东北农业科学, 2020, 45(4): 16-20.
- [8] 田聪, 刘占良, 陈林. 谷子精量播种机的研究现状与开发设想[J]. 农机化研究, 2013(1): 10-13.
- [9] 刘慈, 广全柱. 谷子等小籽粒杂粮机械化铺膜精播增产技术探索[J]. 农业技术与装备, 2012(6): 26-28.
- [10] 郭大辛, 郭平毅, 原向阳, 等. 不同地膜覆盖对土壤水温及谷子水分利用和产量构成的影响[J]. 中国农业大学学报, 2017, 22(10): 56-64.
- [11] 姜净卫, 董宝娣, 司福艳, 等. 地膜覆盖对杂交谷子光合特性、产量及水分利用效率的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2014, 32(6): 154-158, 194.
- [12] 张喜文, 郭如增, 孙万荣, 等. 谷子播种机的应用研究[J]. 干旱地区农业研究, 1997, 15(1): 91-95.
- [13] 栗利元, 张志杰, 张未芳, 等. 精播楼在谷子生产中的探讨与实践[C]//牛西午, 刘作易. 中国杂粮研究. 北京: 中国农业科技出版社, 2007: 193-196.
- [14] 张东光, 郭玉明. 2BX-10 型小籽粒精少量播种机排种性能试验研究[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2010, 30(5): 459-463.
- [15] 张东光, 郭玉明, 郑德聪. 谷子机械化精少量种植工艺的研究[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2011, 31(6): 563-567.
- [16] 张世杰. 2BP-6 精少量谷子播种机的设计与试验[J]. 农产品加工·学刊, 2012, 277(4): 145-150.
- [17] 郭玉明, 张东光, 郑德聪. 2BX 系列谷子精少量播种机的开发与研制[J]. 农业技术与装备, 2012(6): 18-21.
- [18] 秦理平, 马可胜, 贾可. 2BG-6 型可调控专用谷子精少量播种机试验研究[J]. 农业技术与装备, 2012(10): 78-80.

# Key Technical Indexes of Film Side Seeding of Millet

GONG Shuai<sup>1</sup>, GUO Zheng-yu<sup>1</sup>, ZHANG Zhong-dong<sup>1</sup>, CHEN Li<sup>1</sup>, WANG Hao-yu<sup>1</sup>, WANG Zhi-gang<sup>2</sup>

(1. Corn Research Institute, Shanxi Agricultural University, Xinzhou 034000, China; 2. Shanxi Luyu Seed Industry Limited Company, Changzhi 046000, China)

**Abstract:** In order to solve the problems of seedling release, crop premature senescence, and difficulty in plastic film recovery in the process of planting with holes in plastic film, the local main millet varieties Zhangzagu 16 and Shengyu 99 were used as test materials, and the key technical indicators of the film side cultivation technology of millet in the use of the independently developed 2MBFC-1/2 multi-function film side precision seeder were tested for two years. The results showed that the ear length, plant dry weight, 1 000 grain weight and yield were the largest when the planting gear was 5 (4.950 kg·ha<sup>-1</sup>). There was no significant difference in plant height and ear diameter between different treatments under different sowing depths. Ear length, plant dry weight, 1 000 grain weight and yield were the largest when the sowing depth was 5 cm. So, it is suggested that when this sowing technology is used in sowing millet, the best effect is achieved when the gear is adjusted to 5 and the planting depth is adjusted to 5 cm.

**Keywords:** film side sowing; planting density; sowing depth; yield

## 欢迎订阅 2023 年《果树资源学报》

《果树资源学报》由山西农业大学主管,山西农业大学果树研究所主办。

本刊辟有专家论坛、研究论文、研究报告、经验技术、专论综述、引选育种、特异资源等栏目,全面介绍果树种质资源的收集保存、鉴定评价及种质创新等领域的研究进展;刊登有关果树资源基础理论研究、应用研究及栽培技术等方面的研究成果;积极开展学科领域内的学术交流与研讨,促进果树资源学科研究的繁荣,推动果树产业可持续发展。

本刊为双月刊,大 16 开本,94 页,每逢单月 10 日出版,每册定价 10.00 元,全年 6 册共 60.00 元。国内外公开发行,全国各地邮政局均可订阅,邮发代号 22—17;漏订者可直接汇款至《果树资源学报》编辑部订阅,免收邮寄费。

**本刊地址:** 山西省太原市龙城大街 79 号 山西农业大学果树研究所

《果树资源学报》编辑部,邮编:030031

**电 话:** 0351—7639463、7639464

**电子信箱:** sxgszszs@126.com(广告);sxgszszs@163.com(投稿)