

吴小伟, 钟志堂, 唐莉莉, 等. 不同机型和播种参数对大蒜播种效果的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2024, 55(4): 474-482.
WU Xiaowei, ZHONG Zhitang, TANG Lili, et al. Experimental study on the effects of different garlic planters and planting parameters on garlic planting efficiency[J]. Journal of Shenyang Agricultural University, 2024, 55(4): 474-482.

不同机型和播种参数对大蒜播种效果的影响

吴小伟¹, 钟志堂¹, 唐莉莉¹, 韦家武¹, 李 骅², 戴尔建³, 尹明超⁴, 王 峰⁵,
武文娟⁶, 王永健², 葛艳艳²

(1. 江苏省农业机械技术推广站, 南京 210017; 2. 南京农业大学工学院, 南京 210031;
3. 邳州市农机推广站, 江苏 徐州, 221300; 4. 丰县农机推广站, 江苏 徐州 221700;
5. 铜山区农机推广站, 江苏 徐州 221124; 6. 南京交通职业技术学院, 南京 211188)

摘要:为提高大蒜机械化播种质量, 分析了种箱内种层厚度、播种密度、茬口类型(大蒜-玉米, 大蒜-水稻)、蒜瓣大小均匀性、作业速度和播种深度等因素对机械播种效果的影响。试验结果表明: 在 1/4, 1/2, 满种箱条件下, 最小空穴率分别对应为 B、A 和 B 机型, 为 7.2%、7.7% 和 8.3%。A 机型和 C 机型空穴率随着密度增加而增加, 正芽率在密度为 37.5 万穴·hm⁻²时达到最高值 94%, 随着密度增加, 两种机型 5 cm 及以上规格的蒜头比例减小。两种茬口下, A 机型正芽率差异不显著, A 机型空穴率和重播率均值优于 C 机型, 分别降低 1.0% 和 1.1%。A 和 C 机型的空穴率随着蒜瓣重量的增加呈现先增后减的趋势, 平均空穴率分别为 4.4% 和 3.2%。随着作业速度的增加, 空穴率呈上升趋势, 而重播率呈下降趋势, A、B、C 机型在不同速度下的平均空穴率分别为 9.4%、7.6% 和 8.8%, 平均重播率分别为 5.9%、8.3% 和 6.4%, 适宜的作业速度为 0.3 m·s⁻¹。增加播种深度有助于提高正芽率, A、B、C 机型在不同播种深度下的平均空穴率分别为 8.4%、8.1% 和 8.1%, 平均重播率分别为 6.6%、9.2% 和 7%, 随着播种深度的增加, 3 种机型总体呈现出增产趋势。该研究结果可为大蒜播种机的选用提供参考。

关键词:大蒜; 机型; 播种参数; 播种效果

中图分类号: S233

文章编号: 1000-1700(2024)04-0474-09

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Effect of Planter and Planting Parameters on Garlic Planting Quality

WU Xiaowei¹, ZHONG Zhitang¹, TANG Lili¹, WEI Jiawu¹, LI Hua², DAI Erjian³,
YIN Mingchao⁴, WANG Feng⁵, WU Wenjuan⁶, WANG Yongjian², GE Yanyan²

(1. Jiangsu Agricultural Machinery Technology Extension Station, Nanjing 210017, China; 2. College of Engineering, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210031, China; 3. Pizhou Agricultural Machinery Extension Station, Xuzhou Jiangsu 221300, China; 4. Fengxian Agricultural Machinery Extension Station, Xuzhou Jiangsu 221700, China; 5. Tongshan Agricultural Machinery Extension Station, Xuzhou Jiangsu 221124, China; 6. Nanjing Vocational Institute of Transport Technology, Nanjing 211188, China)

Abstract: To improve the quality of mechanical planting of garlic, this study analyzed the effects of factors such as the depth of the seed layer in seed box, seeding rate, crop rotation pattern (garlic-corn, garlic-rice), uniformity of garlic clove size, operating speed, and planting depth on the mechanical planting quality. The experimental results indicate that at 1/4, 1/2, and full of seed box, the minimum miss-seeding rate corresponds to machine B, A, and B, the value were 7.2%, 7.7%, and 8.3%. The miss-seeding rates of machine A and C increase with seeding rate, and the upright planting rate

收稿日期: 2023-12-20

基金项目: 江苏省农业科技创新与推广基金项目(NJ2020-26, NJ2022-9); 江苏省农业科技自主创新基金项目[CX(19)2007]

第一作者: 吴小伟(1985-), 男, 硕士, 高级工程师, 从事农业机械化技术与装备研究, E-mail: wxw0920@163.com

reaches the maximum value of 94% when the seeding rate was 375 thousand hills per hectare. As seeding rate increases, the proportion of garlic diameter greater than or equal to 5cm decreases for both machines. Under the two crop rotation pattern of corn and rice, there was no significant difference in upright planting rate for machine A; however, the miss-seeding rate and reseeded rate of machine A were 1.0% and 1.1% less than those of machine C respectively. The miss-seeding rates of machine A and C show a trend of increase and then decrease with the increase of garlic weight, the average miss-seeding rates were 4.4% and 3.2% respectively. With the increase of operating speed, the miss-seeding rate shows an upward trend while the reseeded rate shows a downward trend. The average miss-seeding rates for machine A, B, and C at different speeds are 9.4%, 7.6% and 8.8%, and the average reseeded rates were 5.9%, 8.3%, and 6.4%. The suitable operating speed is $0.3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. The increase of planting depth helps to improve the upright planting rate, the average miss-seeding rates were 8.4%, 8.1%, and 8.1% separately for machine A, B and C at different planting depths, the average reseeded rates were 6.6%, 9.2%, and 7% respectively. The three seeders show an increasing trend in yield with the increase in planting depth. These research can provide reference for the selection of garlic seeders.

Key words: garlic; seeders model; planting parameters; planting quality

大蒜作为一种重要的经济作物,其主要种植区域位于山东省、河南省、江苏省等地,形成了显著的产业集群^[1]。大蒜前茬可以为玉米、水稻、大豆、辣椒等作物,在江苏省地区以大蒜-玉米轮作为主要模式^[2]。相比人工播种,机械化播种可实现每公顷节省6 000元^[3-4],机播效率约为人工的50倍,种植面积和种植年限是影响播种效益的主要因素^[5-6]。然而,尽管机播作业带来了明显效果,仍存在问题,如播种标准化水平低、配套农艺措施差别大、大蒜分瓣分级标准与播种机排种要求不匹配等^[7-8],这些因素都会影响播种质量,此外,由于操作人员对播种机掌握程度不同,播种质量也存在较大差异。国内多位专家学者对播种机偏心式排种器^[9]、双鸭嘴式排种器^[10]、勺链式取种^[11]、多级鳞芽定向技术^[12]等进行了研究,提出不同排种器类型和作业速度对播种质量有影响。单粒取种和补种是降低空穴率的重要措施^[13],目前主要采用人工补种方式,它对播种效率和播种质量有较大影响。大蒜种子的分级效果会影响机械化播种质量^[14],在现有分瓣分级设备作业时,可能会导致窜级现象,进而导致蒜种大小均匀性变差。不同播种模式对产量有显著影响^[15],特别是正芽机播对蒜茎规格的影响更为显著,国外研究也肯定了正芽播种的积极效果^[16],正芽率高低是衡量正芽机播质量的重要参数。

上述专家学者在大蒜机械化播种方面进行了讨论,但未见多种不同机型在不同作业条件下的对比研究,特别是缺乏大田试验的实证研究。本研究针对市场上常见的大蒜播种机,在不同茬口、不同作业速度和不同蒜瓣大小均匀性等条件下,开展不同机型的效果试验,并分析不同机型和播种参数的差异性,以为大蒜播种机的选用提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验机型

本研究选择目前在江苏省内应用较多的大蒜播种机进行试验,3种机型的主要参数如表1,结构如图1。这3种机型均采用勺链式取种机构,并且都带有镇压机构。其中A机型和B机型采用鸭嘴式插播机构,而C机型则将蒜种自由落入种沟中。

表1 不同机型大蒜播种机参数

Table 1 Parameters of different types of garlic planter

类别 Category	自走式正芽播种机 Self-propelled upright clove seeder	悬挂式正芽播种机 Mounted upright clove seeder	自走式非正芽播种机 Self-propelled non-upright clove seeder
型号 Model	2BSZZ-5	2BSXZ-10	2BSZB-4E
代号 Code	A	B	C
行距 Row spacing/cm	22	22	22
穴距 Hill spacing	可调 Adjustable	可调 Adjustable	可调 Adjustable
工作行数 Number of working rows	5	10	4



图1 3种不同机型大蒜播种机

Figure 1 Three different types of garlic planter

1.2 试验条件

本次试验的主要目的是分析不同播种机型和播种参数对播种效果的影响。试验所用的蒜种为大青棵,试验地点分别位于邳州市八义集镇张庄村、丰县首羡镇费庄村和铜山区大许镇刘鹿村3个试验点,其中前茬作物为玉米或水稻。除了进行不同茬口试验外,其余试验都以玉米茬下的大蒜进行。由于大蒜播种常使用较大号的蒜种,但在机械化分瓣分选过程中,也会夹杂小号的蒜种。因此,在除蒜瓣大小均匀性试验外,其余试验均选用经过人工二次挑选的大号蒜种。在选择播种深度方面,不同地区的大蒜栽培可能有不同的播种深度,一般在0~3 cm之间(播种深度指蒜芽到地表的距离,播种深度为0 cm表示蒜芽刚刚露出土壤但蒜瓣仍在土中;播种深度为3 cm表示从蒜芽到地表覆土厚度为3 cm)。在本研究中,除了进行不同播种深度的试验外,其余试验都采用3 cm的播种深度。在选择作业速度方面,除了进行不同速度的试验外,其余试验都选择中等速度进行。对于种层厚度(种子面高度占种箱总高度的比例)的选择,除进行种层厚度试验外,其余试验都使用满箱种子。在试验进行时,确保每次试验后种箱内仍有1/3以上的大蒜种。在前茬作物收获后,进行耕整地作业,使地表没有明显的秸秆堆积,并且地表平整细碎。然后进行大蒜的播种作业。

1.3 试验方法

1.3.1 种层厚度试验 在种箱内,根据种层厚度,设置3种情况:1/4,1/2,1。选择A、B、C 3种机型进行试验,评估空穴率变化情况。

1.3.2 不同播种密度试验 通过调整不同株距来观察不同密度下播种质量变化。保持种植密度在34.5~42万穴·hm⁻²。选择A、B、C 3种机型进行试验,并评估空穴率、重播率、正芽率(仅适用于正芽播种机)和产量情况。正芽率按照徐洪岑等^[17]所提出的芽尖向上30°作为衡量指标。

1.3.3 不同茬口试验 江苏省大蒜的轮作模式主要有大蒜-玉米和大蒜-水稻,其中以大蒜-玉米轮作为主要模式。试验条件与前述相同,在A、C两种机型下进行试验,评估空穴率、重播率、正芽率和产量情况。

1.3.4 蒜瓣大小均匀性试验 不同分瓣分选机厂家对于蒜头分瓣分级等级存在差异,对于蒜种蒜瓣,一般要求重量在4 g以上。由于采用机械化分瓣分选,蒜种大小均匀性也会有所差异。因此,在本试验中,使用分瓣分选机进行分瓣后,人工简要除杂,不进行细致分选。根据大小规格不同进行分类,包括大规格蒜种、小规格蒜种和大小规格混合蒜种。对每种情况进行3次取样,每次随机取样15颗蒜种,并使用卡尺测量尺寸,使用电子秤测量重量(精度为0.01 g)。测量示意图如图2。选择A、C两种机型进行试验,评估空穴率和重播率。

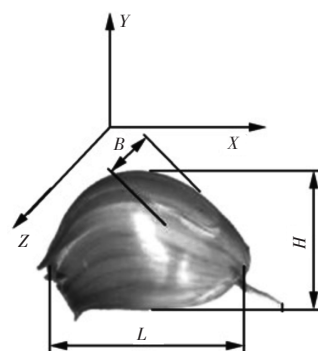


图2 蒜种测量示意图

Figure 2 Diagram of garlic seed measurement

1.3.5 不同作业速度试验 根据不同播种机作业速度范围,将速度划分为高速、中速、低速3档,速度范围在0.2~0.5 m·s⁻¹之间。选择A、B、C 3种机型进行试验,评估空穴率、重播率和正芽率情况。

1.3.6 不同播种深度试验 不同地区大蒜栽培对播种深度有所差异,但大部分集中在0~3 cm之间,即播种后蒜种上层覆土厚度在0~3 cm之间。因此,在本试验中设定播种深度为0 cm和3 cm两种情况,比较这两种深度下的作业质量变化。选择A、B、C 3种机型进行试验,并评估空穴率、重播率、正芽率和产量情况。

2 结果与分析

2.1 种层厚度对播种质量的影响

由图3可知,在1/4和1/2种层厚度条件下,3种机型空穴率相对较集中。在1/4和满种箱条件下,C型播种机的空穴率最高,分别为9.5%和13.8%。在1/4,1/2及满种箱下的最低空穴率对应机型分别为B、A、B,分别为7.2%、7.7%和8.3%。对于A、B、C 3种机型,不同条件下平均空穴率分别为8.2%、8%和10.6%,从最低空穴率和平均空穴率看,B型播种机表现最优。

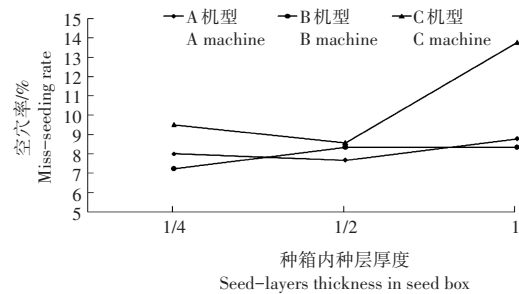


图3 种箱内种层厚度对播种质量影响

Figure 3 Effect of seed-layers depth in seed box on sowing quality

2.2 不同播种密度对播种质量、产量及规格的影响

由图4可知,A机型和C机型空穴率随着播种密度增大而增加。对于A机型,在密度为34.5万穴·hm⁻²时,空穴率最低为7%,在密度为42万穴·hm⁻²时,最高空穴率为8.7%,平均空穴率为7.9%。对于C机型,在密度为34.5万穴·hm⁻²和37.5万穴·hm⁻²时,最低空穴率均为8.3%,在密度为42万穴·hm⁻²时,最高空穴率为9.2%,平均空穴率为8.6%。从空穴率看,A机型优于C机型,且增加播种密度可导致空穴率上升。从重播率看,A机型随着播种密度的增加先增加后减小,而C机型随着播种密度的增加先减小后增大。对于A机型,在密度为42万穴·hm⁻²时,最低重播率为5.3%,在密度为37.5万穴·hm⁻²时,最高重播率为8.7%,平均重播率为6.9%。对于C机型,在密度为37.5万穴·hm⁻²时,最低重播率为5%,在密度为42万穴·hm⁻²时,最高重播率为6.7%,平均重播率为5.8%。从重播率结果看,C机型优于A机型,且播种密度对2种机型的影响规律不确定。对于A机型,在密度为37.5万穴·hm⁻²时,正芽率最高为94%,在密度为34.5万穴·hm⁻²时,正芽率最低为79.7%。综上所述,对于A机型和C机型来说,适宜的播种密度范围为34.5万~37.5万穴·hm⁻²。

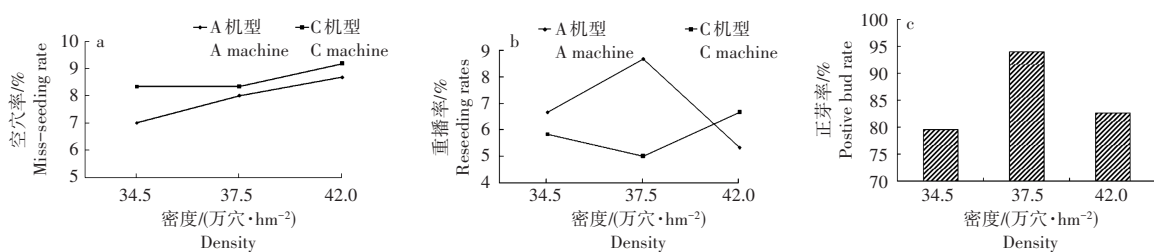


图4 不同播种密度对播种质量影响

Figure 4 Effects of different planting rate on sowing quality

由图5可知,A机型产量在3种密度下均高于C机型,在34.5万穴·hm⁻²和37.5万穴·hm⁻²的密度下,A机型产量分别为23 440 kg·hm⁻²和23 389.7 kg·hm⁻²,差异不显著。C机型在34.5万穴·hm⁻²的密度下获得最高产量23 094.8 kg·hm⁻²,随着密度的增加,产量逐渐降低。两种机型5 cm及以上规格蒜头的比例均随着密度的增加而减小。当密度为42万穴·hm⁻²时,A机型和C机型的5 cm及以上规格占比分别为87.7%和81.6%。从单位密度蒜头重量来看,随着密度的增加,单个蒜头重量减小。密度越大,两种机型之间差异越明显。因此,从产量和规格占比的角度考虑,建议将播种密度控制在34.5万穴·hm⁻²,并采用正芽播种方法。这样既可以获得相对较高的产量,又能提高大规格蒜头的比例,从而提高经济效益。综合不同播种密度下的播种质量和产量数据,建议将播种密度设置在34.5万穴·hm⁻²。

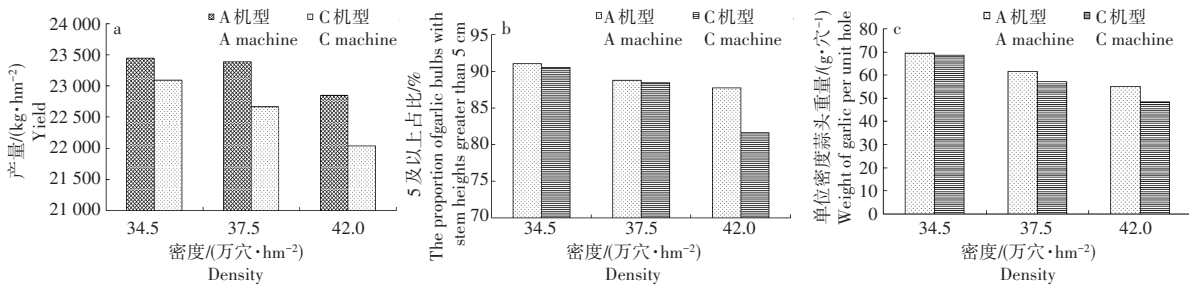


图5 不同播种密度对产量及规格影响

Figure 5 Effect of different planting density on yield and specification of garlic

2.3 不同茬口对播种质量和产量的影响

由图6a可知,在A机型中,稻茬和玉米茬的正芽率分别为88%和87.3%,两者差异不显著。从空穴率看,A机型在稻茬和玉米茬下分别为8.7%和8%,平均为8.4%;C机型在稻茬和玉米茬下分别为9.2%和9.6%,平均为9.4%。可见,A机型在玉米茬下的效果优于稻茬;而C机型在稻茬下的效果优于玉米茬。从重播率看,A机型在稻茬和玉米茬下分别为6.7%和8.7%,平均为7.7%;C机型在稻茬和玉米茬下分别为10%和7.5%,平均为8.8%。可见,A机型在稻茬下的重播率控制效果优于玉米茬;而C机型在玉米茬下的重播率控制效果优于稻茬。综上所述,从空穴率和重播率大小和幅值差异看,A机型在不同茬口下都具有较好的适应性。

由图6b可知,不同茬口下,A机型产量均高于C机型。A机型在稻茬和玉米茬下的产量分别为26 243.8 kg·hm⁻²和26 233.6 kg·hm⁻²,两者差异不显著。C机型在稻茬和玉米茬下的产量分别为25 269 kg·hm⁻²和25 888.8 kg·hm⁻²,稻茬相对于玉米茬减产619.8 kg·hm⁻²,减产比值为2.4%。从产量看,A机型在不同茬口下具有较好的适应性。综上所述,A机型可以被视为较优的机型。

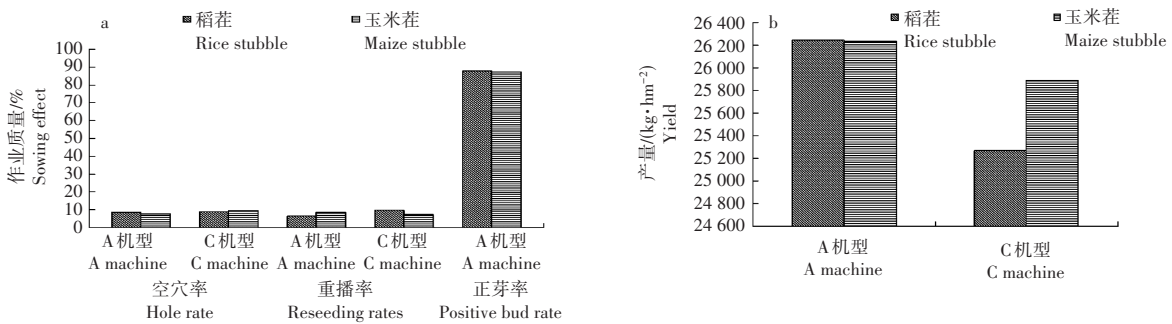


图6 不同机型在不同茬口下播种效果

Figure 6 The sowing effect of different seeders under different crop rotation

2.4 蒜瓣大小均匀性对播种质量的影响

试验前对蒜种尺寸、重量进行了测量,蒜种参数测量结果见表2。

由图7a可知,随着种瓣变大,A机型和C机型空穴率呈现先增大后减小趋势。A机型和C机型平均空穴率分别为4.4%和3.2%。两种机型在混合蒜瓣处空穴率最高,可能是因为混合蒜瓣由于尺寸不规则,在取种过程中可能会出现一勺放入两粒种子的情况,在种勺运动过程中,由于种子之间挤压,会导致两粒种子全部掉落,从而导致空穴率增加。相比之下,小号蒜瓣种子由于尺寸较小,在取种过程中更容易被取中,可以降低空穴率。此外,C机型的种勺尺寸稍大,更容易进行取种,从而降低空穴率。从减少空穴率的角度来看,C机型优于A机型。由图7b可知,随着种瓣变大,A机型重播率较C机型低。两种机型均在大号蒜瓣处获得最低重播率。由于C机型种勺尺寸较大,在小号蒜瓣处重播率上升较明显,较容易出现一勺放入两粒种子的现象。从减少重播率的角度来看,A机型优于C机型。综合分析发现,空穴率和重播率不仅与播种作业机型有关,还与取种勺的尺寸大小有关。因此,在选择大蒜品种时,需要匹配适宜的取种勺尺寸和形状,并且要注意选择具有一致大小的蒜瓣,以提高机播作业的质量。

表2 蒜种测量结果

Table 2 Garlic seed measurement results

尺寸 Size	项目 Items	长/mm Length	宽/mm Width	高/mm Height	单瓣重量/g Single weight
小号蒜瓣 Small garlic cloves	平均值 Average value	29.5	14.6	17.7	3.6
	标准差 Standard deviation	2.1	2.3	2.0	0.7
	一致性系数/% Uniformity coefficient	92.9	83.9	88.6	81.2
混合蒜瓣 Mixed garlic cloves	平均值 Average value	30.8	16.0	18.8	4.5
	标准差 Standard deviation	2.8	2.9	2.4	1.2
	一致性系数/% Uniformity coefficient	90.9	82.2	87.3	72.6
大号蒜瓣 Large garlic cloves	平均值 Average value	33.1	17.7	21.0	5.6
	标准差 Standard deviation	2.7	2.9	2.3	1.2
	一致性系数/% Uniformity coefficient	91.8	83.3	89.0	79.0

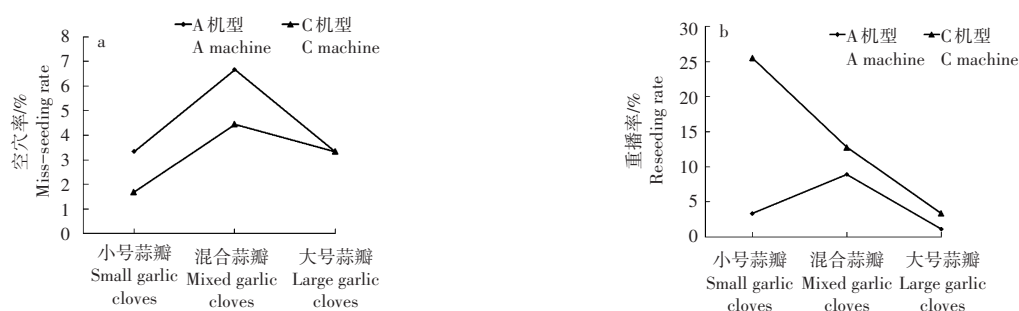


图7 不同机型在不同种瓣大小下作业质量

Figure 7 Operational quality of different seeders with different garlic clove size

2.5 作业速度对播种质量的影响

由图8a可知,随着作业速度增大,空穴率指标有上升趋势。A机型空穴率随作业速度增加而逐步增大;B和C机型空穴率在速度增大后先减小再增大,在作业速度为 $0.3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 时,分别获得最低空穴率7.2%和8.2%。对于3种不同速度,A、B、C机型平均空穴率分别为7.9%、8.2%和9.8%。A、B、C机型在不同速度下的平均空穴率分别为9.4%、7.6%和8.8%。从空穴率来看,B机型表现最优。由图8b可知,除C机型外,A和B机型重播率随着速度增大而减小。在作业速度为 $0.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 时,A和B机型分别获得最低重播率4.5%和7.2%。对于3种不同速度,A、B、C机型平均重播率分别为8.0%、6.6%和6.0%。A、B、C机型在不同速度下平均重播率分别为5.9%、8.3%和6.4%。从重播率来看,A机型表现最优。综合得出,适宜的作业速度为 $0.3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,可以降低空穴率,并适度控制重播率。

2.6 不同播深对播种质量、产量及规格的影响

由图9可知,从空穴率看,A、B、C 3种机型在0 cm播深下空穴率分别为8.9%、7.8%和7.5%;在3 cm播深下空穴率分别为8.0%、8.3%和8.7%。C机型在不同播深下空穴率差异最大。3种机型在不同播深下平均空穴率分别为8.4%、8.1%和8.1%。从重播率看,A、B、C 3种机型在0 cm播深下重播率分别为6.7%、8.9%和7.6%;在3 cm播深下的重播率分别为6.6%、9.4%和6.4%。B机型重播率高于其他机型,可能是由于该机型为悬挂式,具有较大的机具幅宽,在作业过程中受到地形、振动、传动等因素影响,导致重播率较高。3种机型在不同播深下平均重播率分别为6.6%、9.2%和7.0%。从正芽率看,

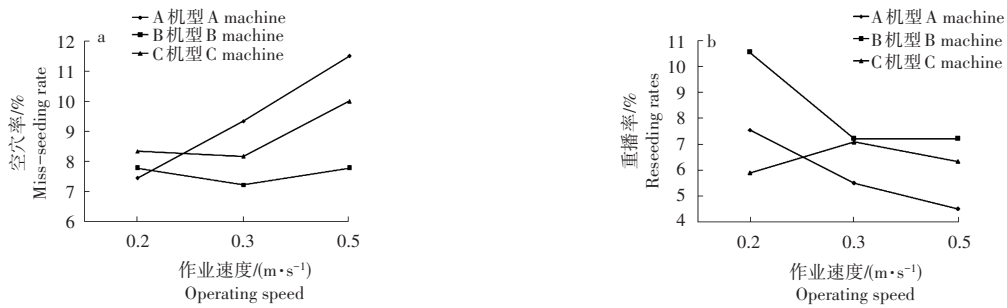


图8 不同机型在不同速度下作业质量

Figure 8 Operational quality of different seeders at different speeds

增加播种深度有助于提高正芽率,B机型在两种播深下正芽率均高于A机型。综合考虑空穴率、重播率和正芽率,可以得出:C机型在空穴率和重播率方面表现最优,而B机型在正芽率方面表现最优。

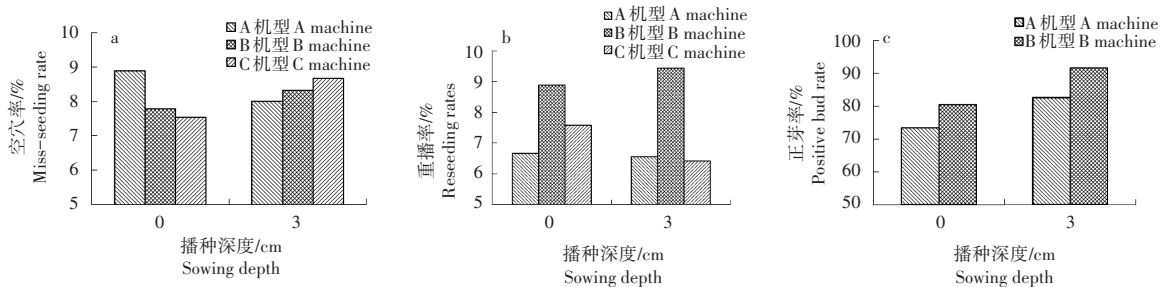


图9 不同播深下不同播种机作业效果

Figure 9 Operational quality of different seeders at different sowing depths

由图 10a 可知,A、B、C 机型在 0 cm 播深下产量分别为 22 982.3,21 249.3,23 028.5 kg·hm⁻²,在 3 cm 播深下产量分别为 23 805.5,21 393.5,22 561.1 kg·hm⁻²; A、B 机型随播种深度增加呈现出增产趋势,增产幅度分别为 3.6% 和 0.7%;C 机型随播种深度增加呈现出减产趋势,减产幅度为 2.0%。由图 10b 可知,3 种机型 5 cm 及以上规格蒜茎占比随着播深变大而增加。B 机型在播深增加时,5 cm 及以上规格蒜头的变化最显著,从 81.7% 增加到 92.9%。A、C 机型随着播种深度增加,蒜茎占比的增加量分别为 0.6% 和 1.2%。播深对 A、C 机型蒜茎规格占比影响不显著。蒜茎规格增加可能与高正芽率相关,表明提高正芽率是实现高产、优质的有效措施之一。

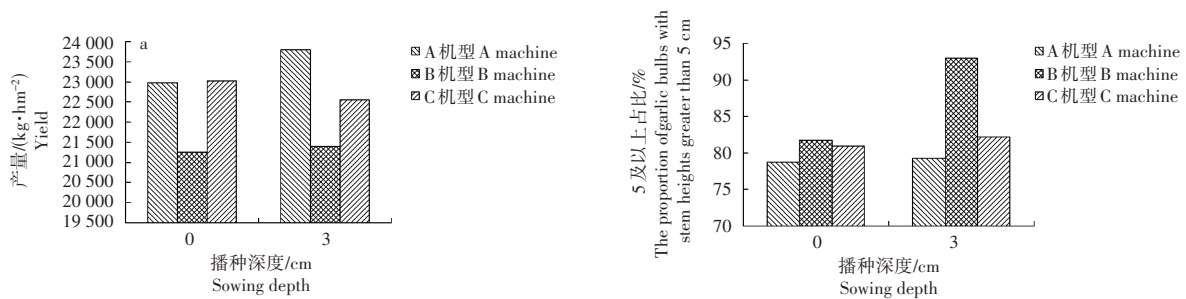


图10 不同播种机在不同播深下产量和产出规格

Figure 10 Garlic yield and specifications of different seeders at different sowing depths

综合考虑,得出适宜的播深为 3 cm。在种植面积较小的情况下,可以选择非正芽播种机。如果两种机型价格差别不大,建议优先选择正芽播种机。

3 讨论与结论

研究表明,不同播种机型在不同播种参数下的作业效果存在差异。不同种层厚度对空穴率存在影响,由于蒜种之间存在摩擦^[18],种层厚度差异会影响蒜瓣流动性,不同品种适宜层高也有所不同。侯加林等^[19]试验发现,适宜种层厚度范围为360~390 mm,种层厚度越低,漏充率越高,种层厚度达到350 mm后,漏充率基本稳定。本研究发现,种层厚度对空穴率影响不显著,3种机型空穴率相对较集中,结果差异可能是由于取种结构不同导致,因此,对于当前大蒜播种机在使用时可以随时添加蒜种而基本不影响空穴率。

然而,播种密度增加会提高空穴率,对A、C两种机型的重播率影响规律不确定。进一步分析发现,在提高种植密度时,产量和5 cm以上规格蒜头的占比会减小。A机型的产量和5 cm以上规格蒜头的占比在3种密度下均高于C机型,说明正芽播种的A机型相较于非正芽播种的C机型在提高大规格蒜头方面具有显著作用。因此,建议适宜播种密度为34.5万穴·hm⁻²。另外,A机型在玉米茬和稻茬下的大蒜产量均高于C机型。在水稻和玉米两种茬口上,A、C机型平均空穴率分别为8.4%和9.4%,平均重播率分别为7.7%和8.8%。两种茬口下,A机型空穴率和重播率均低于C机型。此外,两种茬口对正芽率的影响不显著,可以认为A机型具有更好的茬口适应性。

A、C机型的空穴率随着蒜瓣重量的变化呈现先增后减的特点。两种机型分别在小号蒜瓣处取得最低空穴率和最低重播率,小号蒜瓣易于取种,并且能显著降低空穴率而不会对重播率产生明显影响。因此,可从大蒜品种入手,匹配适宜的取种勺尺寸和形状,选用大小一致的蒜种,以提高机播作业质量。在大面积机械播种时,建议对经过机械分级后的蒜瓣进行人工筛选,以提高蒜瓣一致性。

蒜瓣三维尺寸、种勺大小和取种速度等因素会影响取种质量^[20-21]。不同大蒜品种对种勺尺寸有不同要求^[22-23],随着速度增加,空穴率增加。然而,谢学虎等^[24]指出播种机作业速度变化对蒜瓣正芽率影响较小。当取种速度大于0.8 m·s⁻¹时^[25],可实现较高的取种率和正芽率。在作业速度增加时,空穴率有增大趋势,A、B机型重播率随速度增加而减小。综合考虑,A、B机型是较优选择,并且适宜的作业速度为0.3 m·s⁻¹。增加播种深度有助于提高正芽率,随着播深增加,几种机型总体呈现出增产趋势。正芽播种机效果优于非正芽播种机,并且适宜播深为3 cm。

参考文献:

- [1] 吴小伟,武文娟,钟志堂,等.大蒜机械化播种技术研究现状与问题分析[J].中国蔬菜,2021(3):9-16.
- [2] 吴小伟,钟志堂,崔军,等.江苏大蒜生产机械化技术[J].农机科技推广,2018(12):43-44.
- [3] 吴小伟,武文娟,钟志堂,等.江苏省大蒜机械化播种技术与装备[J].中国蔬菜,2020(11):107-110.
- [4] 乔立娟,郭佳皓,赵帮宏,等.山东省大蒜全程机械化生产效率评价及推进策略研究[J].中国瓜菜,2022,35(7):110-115.
- [5] 吴小伟,陈新华,崔军,等.基于产投比的大蒜机播经济性分析[J].作物杂志,2022(5):180-187.
- [6] 吴小伟,张璐,唐莉莉,等.基于Box-Behnken模型大蒜机播成本影响因素分析[J].中国农机化学报,2022,43(5):211-217.
- [7] 魏宏玲,王小瑜,陈进熹,等.中国大蒜机械化生产现状与发展思路探讨[J].中国农机化学报,2022,43(4):175-182.
- [8] 崔志超,刘先才,陈永生,等.我国大蒜全程机械化生产现状、问题与对策[J].中国农机化学报,2023,44(6):239-243,250.
- [9] 崔荣江,荐世春,徐文艺,等.大蒜直立栽种器的设计与试验[J].农机化研究,2016,38(9):201-205.
- [10] 侯加林,黄圣海,牛子孺,等.双鸭嘴式大蒜正头装置调头机理分析与试验[J].农业机械学报,2018,49(11):87-96.
- [11] 崔荣江,荐世春,杨继鲁,等.勺链式大蒜取种器的优化设计与试验[J].农机化研究,2017,39(2):99-102,107.
- [12] 耿爱军,栗晓宇,侯加林,等.自动定向大蒜播种机的设计与试验[J].农业工程学报,2018,34(11):17-25.
- [13] 刘甲振,耿爱军,栗晓宇,等.大蒜播种机单粒取种及补种技术研究现状[J].农机化研究,2019,41(2):262-268.
- [14] 李超,冯芮,徐洪岑,等.大蒜种子分级机研究现状及展望[J].中国农机化学报,2021,42(6):91-96.
- [15] 吴小伟,钟志堂,史新明,等.不同播种模式和机型的大蒜播种效果试验分析[J].中国农机化学报,2022,43(4):7-10,145.
- [16] LEE S Y, PARK H J, KWEON G Y. Basic study on a garlic (*Allium sativum* L.) upright planter[J]. Korean Journal of Agricultural Science, 2019, 46(2):341-350.
- [17] 徐洪岑,李超,冯芮,等.蒜种种植方位对大蒜生长发育及产量的影响[J].中国农机化学报,2021,42(2):74-78.
- [18] PARK D, LEE C G, YANG D, et al. Analysis of inter-particle contact parameters of garlic cloves using discrete element

- method[J].*Journal of Biosystems Engineering*,2021,46(4):332-345.
- [19] 侯加林,刘全程,李天华,等.双充种室大蒜单粒取种装置设计与试验[J].*农业工程学报*,2021,37(14):21-32.
- [20] 李玉华.大蒜单粒播种种芽定向调控技术研究[D].泰安:山东农业大学,2021.
- [21] 崇峻,赵梦宇,沈永帅,等.大蒜两级取种装置的设计与试验优化[J].*农机化研究*,2022,44(5):169-175,182.
- [22] 贾生涛,石鑫,王学农,等.旋耕式大蒜播种机关键部件优化及性能试验[J].*农机化研究*,2021,43(2):190-194.
- [23] 崔荣江,王小瑜,信嘉程,等.弧形鸭嘴式大蒜正芽播种机设计与试验[J].*农业机械学报*,2022,53(11):120-130.
- [24] 谢学虎,张永,刘召,等.大蒜播种机种植机构的设计[J].*农业工程学报*,2015,31(1):34-39.
- [25] 王丹阳,钱彬彬,胡旭,等.半自动大蒜栽植机关键部件的设计与试验研究[J].*沈阳农业大学学报*,2014,45(5):566-572.
- [26] 张丽芬.大蒜种植机械蒜瓣方向识别与系统设计——基于PLC控制技术[J].*农机化研究*,2017,39(8):228-230.
- [27] 王璨.大蒜播种深度智能调控研究[J].*农机化研究*,2018,40(11):185-188,193.
- [28] 张春岭,吴晓庆,谢东波,等.电液混合调控式大蒜播种机设计与试验[J].*农业机械学报*,2021,52(10):166-174.
- [29] 李天华,张海阔,韩相龙,等.勺链式大蒜播种机漏取种检测与补种装置设计及试验[J].*农业工程学报*,2022,38(4):24-32.
- [30] 李超.便于图像识别定向技术应用的大蒜气吸式排种器的试验研究[D].淄博:山东理工大学,2022.
- [31] 谢东波,张春岭,吴晓庆,等.扰种齿辅助气吸式大蒜排种器设计与试验[J].*农业机械学报*,2022,53(2):47-57.
- [32] LI Y H,WU Y Q,LI T H,et al.Design and experiment of adjustment device based on machine vision for garlic clove direction[J].*Computers and Electronics in Agriculture*,2020,174: 105513.
- [33] BAKHTIARI M. Determining physical and aerodynamic properties of garlic to design and develop of a pneumatic garlic clove metering system[J].*Agricultural Engineering International:CIGR Ejournal*,2015,17(1):59-67.
- [34] GENG A J,LI X Y,HOU J L,et al.Design and experiment of automatic garlic seed directing device [J].*International Journal of Agricultural and Biological Engineering*,2020,13(6):85-93.
- [35] 曾山,徐卓,于开鑫,等.自走式蔬菜播种机底盘的设计与试验[J].*沈阳农业大学学报*,2023,54(2):176-188.

[责任编辑 亓 国]