

## 芝麻杂交制种机械化生产技术研究

张祎, 汪强\*, 张银萍, 赵莉, 林勇翔 (安徽省农业科学院作物研究所, 安徽合肥 230031)

**摘要** 为提高芝麻杂交制种生产效率, 实现机械化作业, 于2016—2019年在安徽省临泉县、新疆精河县等地, 围绕亲本组合选配、播期、父母本行比配置、水肥管理等开展相关试验。结果表明, 亲本组合配对中, 以WA18073×皖芝2181的产量最高, 比其他组合平均产量提高28.65%; 18万株/hm<sup>2</sup>密度处理较为适宜; 春播有利于提高制种产量, 比夏播增产36.29%; 父母本行比以1:3处理较合理。参考试验结果并结合生产实际, 提出了芝麻杂交制种机械化生产技术要点。

**关键词** 芝麻; 杂交制种; 播期; 父母本行比; 水肥耦合

中图分类号 S23 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)16-0019-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.16.006



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Study on Mechanized Production Technology of Sesame Hybrid Seed Production

ZHANG Yi, WANG Qiang, ZHANG Yin-ping et al (Crop Research Institute, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei, Anhui 230031)

**Abstract** In order to improve the efficiency of sesame hybrid seed production and realize mechanization, we carried out relevant experiments in Linquan County of Anhui Province, Jinghe County of Xinjiang and other places in 2016–2019. The parent combination selection, sowing date, parent row ratio, water and fertilizer management were mainly researched. Results showed that the highest yield was the parent combination WA18073 × Wanzhi 2181, which was 28.65% higher than the average yield of other combinations. The density of 180 000 plants/hm<sup>2</sup> was more appropriate. The yield of spring sowing was 36.29% higher than that of summer sowing, and the more reasonable ratio of parents to lines was 1:3. According to the experimental results and the production practice, the key points of mechanized production technology of sesame hybrid seed production were put forward.

**Key words** Sesame; Hybrid seed production; Sowing date; Ratio of parents lines; Water fertilizer coupling

中国是世界芝麻四大主产国之一<sup>[1]</sup>。芝麻是中国重要的优质油料作物, 含油量高达56%, 且富含不饱和脂肪酸, 芝麻营养全面, 含有大量有益人体健康的蛋白质、氨基酸、维生素、微量元素、抗氧化剂芝麻酚和抗癌物等, 具有较高的营养保健功效和商品价值<sup>[2]</sup>。我国全年食用和加工芝麻总需求130万t, 而芝麻年生产量只有65万~70万t, 几乎50%依靠进口。当前多地的科技人员从研究芝麻高产高效的栽培技术入手, 提高单产从而增加芝麻总产, 以期稳定我国芝麻生产, 推动芝麻产业发展<sup>[3-10]</sup>。而芝麻杂种优势利用是提高产量的有效途径之一, 河南省农业科学院屠礼传育成的杂交种豫芝9号, 产量比对照豫芝4号增加29.62%; 安徽省农业科学院汪强育成的杂交种皖芝11号比对照豫4号增产23.0%。但起初的芝麻杂交制种过程采用人工种植, 在播种、间苗、中耕、收割等环节耗费大量劳力成本, 加之制种产量不高, 杂交制种效益低下, 导致了杂交芝麻在生产上没能达到广泛应用。为进一步提高杂交制种产量, 降低生产成本, 增加制种效益, 笔者于2016—2019年开展芝麻杂交制种机械化生产技术探讨, 围绕亲本组合选配、播期、父母本行比配置对制种产量影响, 水肥密度耦合效应对制种产量影响, 在安徽临泉、新疆精河开展相关试验, 结合前期生产实践, 总结归纳芝麻杂交制种机械化生产技术, 以期种子生产企业和农业新型经营主体从事芝麻杂交制种机械化生产提供参考。

## 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 参试的杂交亲本为WA18073、WA18044、WA18054、皖芝2181、豫芝98N09。肥料包括尿素(含46% N)、滴灌型二铵(含18% N和46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)、氧化钾(含60% K<sub>2</sub>O)、磷酸二氢钾(含33.9% K<sub>2</sub>O和51.5% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 杂交亲本组合选配。**父本a<sub>1</sub>: 皖芝2181, a<sub>2</sub>: 豫芝98N09; 母本b<sub>1</sub>: WA18054, b<sub>2</sub>: WA18044, b<sub>3</sub>: WA18073, 6个亲本随机排列组合, 共3次重复。每小区1垅4行, 垅长12.8 m, 小区面积为20 m<sup>2</sup>。

**1.2.2 播期与行比配置试验。**采取裂区设计, 主区为不同播期(A处理): A<sub>1</sub>处理为春播4月16日播种, A<sub>2</sub>处理为夏播6月12日播种, 副区为不同父母本行比(B处理): B<sub>1</sub>处理为1:2, B<sub>2</sub>处理为1:3, B<sub>3</sub>处理为1:4。父本是皖芝2181, 母本是WA18073。共3次重复, 小区长10 m, 宽1.5 m, 面积15 m<sup>2</sup>。

**1.2.3 膜下滴灌条件下水肥密度耦合效应对制种产量的影响。**采取裂区设计, 主区为不同密度(M处理): M<sub>1</sub>处理为13.50万株/hm<sup>2</sup>, M<sub>2</sub>处理为18.00万株/hm<sup>2</sup>, M<sub>3</sub>处理为22.50万株/hm<sup>2</sup>。副区为5种水肥施用量处理: ①每次滴水时长(H处理): H<sub>1</sub>处理为1.0 h, H<sub>2</sub>处理为1.5 h, H<sub>3</sub>处理为2.0 h, H<sub>4</sub>处理为2.5 h, H<sub>5</sub>处理为3.0 h, 全生育共滴灌18次, 其中苗期(播种至现蕾期)滴灌5次。花期(现蕾期至终花期)滴灌10次, 成熟期(终花期至收获期)滴灌3次。每小时滴灌水量为329 250 kg/hm<sup>2</sup>, 折合降水32.9 mm/h。②5个施肥处理分别为(F处理): F<sub>3</sub>处理为N 165 kg、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 19.625 kg、K<sub>2</sub>O 27.51 kg, F<sub>1</sub>处理为0.7×F<sub>3</sub>处理, F<sub>2</sub>处理为0.85×F<sub>3</sub>处理, F<sub>4</sub>处理为1.15×F<sub>3</sub>处理, F<sub>5</sub>处理为1.3×F<sub>3</sub>处理。其中, F<sub>3</sub>

**基金项目** 国家特色油料产业技术体系芝麻机械化科学家岗位专项(CARS-14-1-26)。

**作者简介** 张祎(1965—), 男, 安徽肥西人, 助理研究员, 从事芝麻机械化种植研究。\*通信作者, 研究员, 从事芝麻育种与栽培研究。

**收稿日期** 2020-10-27; **修回日期** 2020-12-08

处理施肥总量:尿素 300 kg/hm<sup>2</sup>,滴灌型二铵 150 kg/hm<sup>2</sup>,纯钾 45 kg/hm<sup>2</sup>,磷酸二氢钾 1.5 kg/hm<sup>2</sup>。水肥施用量处理随机排列,共 15 个处理,3 次重复。小区宽 1.56 m,长 12.8 m,面积为 20 m<sup>2</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同芝麻亲本对制种产量的影响

**2.1.1 不同芝麻亲本组合。**从表 1 可以看出,不同芝麻亲本组合制种产量变幅为 701.70~1 139.75 kg/hm<sup>2</sup>,平均产量为 885.96 kg/hm<sup>2</sup>,极差为 438.05 kg/hm<sup>2</sup>。用 a<sub>1</sub> 皖芝 2181 做恢复系,与不育系 b<sub>2</sub>(WA18044)、b<sub>1</sub>(WA18054)、b<sub>3</sub>(WA18073) 杂交产量分别为 701.70、900.55、1 139.75 kg/hm<sup>2</sup>,三者产量差异显著。用 a<sub>2</sub> 豫芝 98N09 做恢复系,与不育系 b<sub>2</sub>(WA18044)、b<sub>1</sub>(WA18054)、b<sub>3</sub>(WA18073) 杂交产量分别为 708.00、763.50、1 102.25 kg/hm<sup>2</sup>。a<sub>2</sub>b<sub>3</sub> 处理与 a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>、a<sub>2</sub>b<sub>2</sub> 处理间产量差异显著,a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> 与 a<sub>2</sub>b<sub>2</sub> 处理间产量差异不显著。

表 1 不同芝麻亲本组合对制种产量的影响

Table 1 Effects of female and male parents combinations on the yield of sesame

处理组合 Treatment combination	小区产量 Plot yield g/区	折合产量 Converted yield//kg/hm <sup>2</sup>	位次 Rank
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	1 801.1	900.55 bB	3
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	1 403.4	701.70 cB	6
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	2 279.5	1 139.75 aA	1
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	1 527.0	763.50 bB	4
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	1 416.0	708.00 bB	5
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	2 204.5	1 102.25 aA	2

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level

**2.1.2 不同父本、母本处理。**从表 2 可以看出,恢复系皖芝 2181、豫芝 98N09 产量分别为 914.00 和 857.91 kg/hm<sup>2</sup>,两者差异显著,表明用皖芝 2181 做恢复系配组结实率高于用豫芝 98N09 做恢复系制种。不同不育系制种产量分别为 b<sub>1</sub>(WA18054) 832.02 kg/hm<sup>2</sup>、b<sub>2</sub>(WA18044) 704.85 kg/hm<sup>2</sup>、b<sub>3</sub>(WA18073) 1 120.99 kg/hm<sup>2</sup>,三者产量差异显著,以 b<sub>3</sub> 最高,b<sub>1</sub> 次之,b<sub>2</sub> 最低。这表明用 WA18073 做母本,获得最高制种产量。WA18073×皖芝 2181 制种产量比其他组合平均产量提高 28.65%。

### 2.2 不同播期、父母本行比对芝麻制种产量的影响

**2.2.1 不同芝麻播期和行比处理组合。**从表 3 可以看出,各处理制种产量变幅为 1 690.67~991.33 kg/hm<sup>2</sup>,平均产量为 1 298.00 kg/hm<sup>2</sup>,极差为 699.34 kg/hm<sup>2</sup>。A<sub>1</sub>B<sub>2</sub> 处理(春播行比 1:3)产量最高,为 1 690.67 kg/hm<sup>2</sup>,而 A<sub>2</sub>B<sub>1</sub> 处理(夏播行比 1:2)的产量最低,为 991.33 kg/hm<sup>2</sup>。

**2.2.2 不同芝麻播期和行比处理。**从表 4 可以看出,A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub> 主处理的制种产量分别为 1 497.37 和 1 098.67 kg/hm<sup>2</sup>,处理间差异极显著,说明杂交制种春播有利于制种产量提高。B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub> 副处理的产量分别为 1 203.33、1 427.33 和

1 264.00 kg/hm<sup>2</sup>,处理间差异显著。父母本以 1:3 处理的产量最高,1:4 处理产量次之,而 1:2 处理产量最低。

表 2 不同父本、母本处理对制种产量的影响

Table 2 Effects of female and male parents treatments on the yield of sesame

亲本 Parent	处理编号 Treatment code	小区产量 Plot yield g/区	折合产量 Converted yield kg/hm <sup>2</sup>
父本 Male	a <sub>1</sub>	1 827.99	914.00 aA
	a <sub>2</sub>	1 715.82	857.41 bA
母本 Female	b <sub>1</sub>	1 664.03	832.02 bB
	b <sub>2</sub>	1 409.70	704.85 cB
	b <sub>3</sub>	2 241.98	1 120.99 aA

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level

表 3 不同播期和行比组合对芝麻制种产量的影响

Table 3 Effects of sowing date and row ratio combination on the yield of sesame

处理组合 Treatment combination	小区产量 Plot yield g/区	折合产量 Converted yield//kg/hm <sup>2</sup>	位次 Rank
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	2.122	1 414.67	2
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	2.536	1 690.67	1
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	2.080	1 386.67	3
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	1.487	991.33	6
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	1.745	1 163.33	4
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	1.712	1 141.33	5

表 4 不同播期和行比处理对芝麻制种产量的影响

Table 4 Effects of sowing date and row ratio treatments on the yield of sesame

处理 Treatment	编号 Code	小区产量 Plot yield kg/区	折合产量 Converted yield//kg/hm <sup>2</sup>
主处理 Main treatment	A <sub>1</sub> (春播)	2.246	1 427.33 aA
	A <sub>2</sub> (夏播)	1.648	1 098.67 bB
副处理 Sub treatment	B <sub>2</sub> (1:3)	2.141	1 427.33 aA
	B <sub>3</sub> (1:4)	1.896	1 264.00 bB
	B <sub>1</sub> (1:2)	1.805	1 203.33 bB

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level

### 2.3 不同水肥密度耦合处理对芝麻制种产量的影响

**2.3.1 不同水肥密度组合。**从表 5 可以看出,不同水肥密度处理的制种产量变幅为 1 133.60~680.20 kg/hm<sup>2</sup>,平均产量为 885.06 kg/hm<sup>2</sup>,极差为 453.40 kg/hm<sup>2</sup>。因素互作间产量差异显著,M<sub>2</sub>H<sub>4</sub>F<sub>4</sub> 处理(种植密度 18 万株/hm<sup>2</sup>,每次灌水 2.5 h,施肥量为 1.15 kg/hm<sup>2</sup>)产量最高,为 1 133.60 kg/hm<sup>2</sup>。**2.3.2 不同水肥密度处理。**由表 6 可知,M<sub>2</sub> 处理(种植密度 18 万株/hm<sup>2</sup>)制种产量最高,为 988.15 kg/hm<sup>2</sup>,但副处理(水肥耦合)间产量差异不显著。13.5 万株/hm<sup>2</sup> 密度处理的平

均制种产量为 831.86 kg/hm<sup>2</sup>, 18.00 万株/hm<sup>2</sup> 密度处理的平均制种产量 988.15 kg/hm<sup>2</sup>, 22.50 万株/hm<sup>2</sup> 密度处理的平均制种产量为 835.31 kg/hm<sup>2</sup>。不同水肥耦合处理产量从高到低依次是 H<sub>4</sub>F<sub>4</sub> 处理 (945.05 kg/hm<sup>2</sup>)、H<sub>3</sub>F<sub>3</sub> 处理 (897.45 kg/hm<sup>2</sup>)、H<sub>5</sub>F<sub>5</sub> 处理 (892.18 kg/hm<sup>2</sup>)、H<sub>2</sub>F<sub>2</sub> 处理 (886.07 kg/hm<sup>2</sup>)、H<sub>1</sub>F<sub>1</sub> 处理 (804.62 kg/hm<sup>2</sup>)。方差分析显示, 密度处理产量差异达显著, 但水肥耦合产量差异不显著。

表 5 不同水肥密度组合对芝麻制种产量的影响

Table 5 Effects of water, fertilizer and density treatment combination on the yield of sesame

处理组合 Treatment combination	小区产量 Plot yield g/区	折合产量 Converted yield kg/hm <sup>2</sup>	位次 Rank
M <sub>1</sub> H <sub>1</sub> F <sub>1</sub>	1 360.4	680.20 aA	15
M <sub>1</sub> H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	1 627.9	813.95 abA	12
M <sub>1</sub> H <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	1 652.3	826.15 abA	11
M <sub>1</sub> H <sub>4</sub> F <sub>4</sub>	1 823.1	911.55 abA	7
M <sub>1</sub> H <sub>5</sub> F <sub>5</sub>	1 854.1	927.05 abA	4
M <sub>2</sub> H <sub>1</sub> F <sub>1</sub>	1 768.6	884.30 abA	8
M <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	1 836.7	918.35 abA	6
M <sub>2</sub> H <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	2 057.0	1 028.30 abA	2
M <sub>2</sub> H <sub>4</sub> F <sub>4</sub>	2 267.2	1 133.60 aA	1
M <sub>2</sub> H <sub>5</sub> F <sub>5</sub>	1 951.9	975.95 abA	3
M <sub>3</sub> H <sub>1</sub> F <sub>1</sub>	1 698.7	849.35 abA	9
M <sub>3</sub> H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	1 851.8	925.90 abA	5
M <sub>3</sub> H <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	1 675.5	837.75 abA	10
M <sub>3</sub> H <sub>4</sub> F <sub>4</sub>	1 580.0	790.00 abA	13
M <sub>3</sub> H <sub>5</sub> F <sub>5</sub>	1 547.1	773.55 abA	14

注: 同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著; 同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level

表 6 不同水肥密度处理对芝麻制种产量的影响

Table 6 Effects of water, fertilizer and density treatments on the yield of sesame

处理 Treatment	编号 Code	小区产量 Plot yield g/区	折合产量 Converted yield//kg/hm <sup>2</sup>
主处理(密度)	M <sub>1</sub>	1 663.6	831.86 aA
Main treatment	M <sub>2</sub>	1 976.3	988.15 bA
	M <sub>3</sub>	1 670.6	835.31 aA
	M <sub>4</sub>	1 609.2	804.62 aA
副处理(水肥耦合)	H <sub>1</sub> F <sub>1</sub>	1 772.0	886.07 aA
Sub treatment	H <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	1 794.9	897.45 aA
	H <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	1 890.0	945.05 aA
	H <sub>4</sub> F <sub>4</sub>	1 784.4	892.18 aA
	H <sub>5</sub> F <sub>5</sub>		

注: 同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著; 同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level

### 3 小结

参考试验结果, 结合生产实践, 总结归纳出以下膜下滴灌芝麻杂交制种机械化种植生产技术:

#### 3.1 选用高配合率亲本组合 选用适宜于机械收获的矮

(秆)密(蒴)丰(产)抗(倒)配合率高的杂交亲本组合, 如皖芝 2181×WA18073 等优良亲本种子。

**3.2 精细整地适时早播** 采用大型联合整地机 (FT-2303) 整地, 用重型切口耙进行切地, 让土壤和粉碎的秸秆充分混合后再进行耕翻, 耕后耙透、填实、整平, 消除因秸秆造成的土壤架空。4 月下旬至 5 月初, 日均温度达 15 ℃ 以上开始播种。

**3.3 合理密植, 适宜行比** 试验结果显示, 皖芝 2181×WA18073 种植密度宜在 18 万株/hm<sup>2</sup> 左右, 宽窄行比为 65:13, 1 垅 4 行, 1 行父本 3 行母本, 在 2 个窄行中铺设滴水管带。用塔里木牌 2MBJ 型精量铺膜播种机, 一次性完成布管、打孔、播种、压膜、封土等工序, 精量播种, 一播全苗、节省间苗、补苗用工、轻简高效、节本增收。

**3.4 平衡施肥, 综合防治** 全生育期共进行 18 次滴灌。其中, 苗期 (播种至现蕾期) 滴灌 5 次, 花期 (现蕾期至终花期) 滴灌 10 次, 成熟期 (终花期至收获期) 滴灌 3 次。每次滴水约 2.5 h, 每小时滴灌水量为 329 250 kg/hm<sup>2</sup>。在花期分 6 次随水施肥。把肥料放入施肥罐中, 加水充分溶解后打开出水阀, 随滴灌施肥。施肥总量为 189.75 kg/hm<sup>2</sup> N、79.80 kg/hm<sup>2</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、31.65 kg/hm<sup>2</sup> K<sub>2</sub>O。

在现蕾前用红日箭铲中耕机进行中耕除草 1 次, 苗期用敌敌畏加敌杀死 1 000 倍液防治地老虎, 中后期 500 倍液多菌灵、甲基托布津防治茎点枯、枯萎病。用福田欧豹 504 拖拉机牵引, 使用新疆精河液压力悬挂杆喷雾机施药。

**3.5 分行收获, 晾晒入库** 芝麻成熟后, 先收父本, 后收母本, 严防混杂, 单收单脱, 晒干入库。

### 4 讨论

现有的杂交亲本组合, 在成熟后期易裂蒴炸果, 因此进行机械化种植, 机械作业包括整地、施肥、播种、除草、打药、割捆, 收获时只割不脱粒, 要做到像小麦、玉米作物那样联合收获 (直接出籽粒), 在亲本培育及与农机农艺融合上还要进行进一步研究和改良。

### 参考文献

- [1] 汪强, 管琪琪, 徐桂珍. 芝麻科学栽培 [M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 2010.
- [2] 桑利民, 徐婧, 赵晓清, 等. 地膜覆盖对不同芝麻品种农艺性状及产量构成因素的影响 [J]. 作物杂志, 2017 (6): 140-146.
- [3] 颜小文, 乐美旺, 饶月亮, 等. 播种期对芝麻生育期及产量性状的影响 [J]. 作物研究, 2011, 25 (1): 22-25.
- [4] 徐桂真, 张京慧, 和剑涵. 恢复和发展河北省芝麻生产的对策 [J]. 河北农业科学, 2010, 14 (6): 109-110, 154.
- [5] 赵莉, 汪强, 林勇翔, 等. 江淮黄褐土壤芝麻肥效研究 [J]. 作物杂志, 2017 (6): 154-159.
- [6] 王宏豪, 魏德永, 杨廷勤. 南阳市宛东地区芝麻高产高效简化综合栽培技术 [J]. 农业科技通讯, 2014 (11): 161-163.
- [7] 张伟, 汪强, 赵莉, 等. 芝麻栽培中灾害防御措施 [J]. 现代农业科技, 2017 (12): 53-54.
- [8] 郭丽, 王殿奎, 王明泽, 等. 东北干旱盐碱地区芝麻高产栽培技术 [J]. 黑龙江农业科学, 2010 (4): 28-30.
- [9] 赵莉, 汪强, 徐桂珍, 等. 江淮地区芝麻种植现状·低产原因及高产栽培技术 [J]. 安徽农业科学, 2010, 38 (23): 12397-12399.
- [10] 张伟, 汪强, 张银萍, 等. 水肥密度耦合效应对膜下滴灌芝麻农艺性状和产量的影响 [J]. 甘肃农业科技, 2020 (1): 37-40.