

DOI: 10.19462/j.cnki.zgzy.20240618005

密度与行距配置对油菜品种秦优 797 产量 相关性状的影响

缪平贵¹ 任军荣¹ 姜丽霞¹ 张 智¹ 李殿荣¹ 张亚周² 杨建利¹ 王京宏¹ 陈妙妙¹
(¹陕西省杂交油菜研究中心,杨凌 712100;²陕西鸿源种业有限公司,杨凌 712100)

摘要:空间分布是决定油菜密植潜力的重要因素,但有关密度与行距配置对油菜产量及其构成因素的调控研究相对薄弱,使得生产中缺乏通过密度与行距配置优化挖掘油菜密植潜力的理论依据。为探明油菜品种秦优 797 在黄淮地区高产创建的最佳栽培密度及行距配置,设计 3 种播种行距、5 种播种密度共计 15 个密度与行距配置处理,对秦优 797 农艺性状、冻害指数、产量及产量构成三要素等进行测定。结果表明:密度对油菜单株角果数、角粒数、千粒重均有显著影响,随密度增加整体呈下降趋势;在一定密度范围内,油菜产量随着播种密度增加而增加,超过密度阈值,产量逐渐降低;在黄淮地区油菜品种秦优 797 播种密度为 45 万株/hm²,行距为 40cm 时产量最高,可达 4554.31kg/hm²,此时株高 137.10cm,一次有效分枝数 7.40 个,单株角果数 221.70 个,能充分发挥其群体优势,达到高产高效的目的。

关键词:秦优 797;栽培密度;行距;冻害指数;产量;农艺性状

Effect of Density and Row Spacing on Yield-Related Traits of Rapeseed Variety Qinyou 797

MIAO Pinggui¹, REN Junrong¹, JIANG Lixia¹, ZHANG Zhi¹, LI Dianrong¹,
ZHANG Yazhou², YANG Jianli¹, WANG Jinghong¹, CHEN Miaomiao¹

(¹Hybrid Rapeseed Research Center of Shaanxi, Yangling 712100, Shaanxi;

²Shaanxi Hongyuan Seed Industry Co., Ltd., Yangling 712100, Shaanxi)

油菜是我国的主要油料作物,菜籽油约占国产植物油总量 50% 左右,在国内食用油供给方面占有重要地位^[1-2]。我国食用植物油自给严重不足,并且随着人口的不断增长,油料危机日趋严重。高油高产油菜新品种对提升油菜产能,促进油菜产业的稳定、绿色高效发展,保障百姓“油瓶子”安全和助力乡村振兴具有重要意义。密度是影响农作物产量的主要因素,合理的栽培密度能有效增加农作物产量,协调个体与群体矛盾,使产量三要素达到合理的群体结构,是建立高产高效群体结构的重要环节^[3-5]。

适宜的行距可发挥植株的个体潜能,合理利用光能,提高产量。

秦优 797 是陕西省杂交油菜研究中心选育的化学诱导两系杂交种,2022 年通过国家非主要农作物品种登记,登记编号: GPD 油菜(2022) 610248,品质双低,含油量 46.7%~48.5%;参加陕西省油菜区域试验,陕南组 2 年产量均居第 1 位,关中组比对照秦优 7 号增产 6.51%;参加国家长江下游区域试验,比对照沔油 737 增产 9.0%;属于高产、高油、多抗、宜机收的油菜品种,并且在具备高产、高油特性的基础上,还兼具抗病、抗倒伏、株型紧凑、抗裂角等适宜机械化作业的特点,目前在黄淮地区的推广面积为 2 万 hm²。配套实施密植高产栽培技术,将会促进油

基金项目:陕西省重点研发计划项目(2023-YBNY-039);陕西省农业协同创新与推广联盟项目(LM202311)

通信作者:姜丽霞

菜产业的进一步发展,对保障群众“油瓶子”安全、助力乡村振兴具有重要意义。因此,本试验开展秦优 797 在黄淮流域最佳栽培密度与行距配置的探究试验,以充分发挥其高产、高油、多抗优势,为品种快速大面积推广提供理论依据及技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验材料 供试材料为油菜品种秦优 797,由陕西省杂交油菜研究中心提供。

1.2 试验地概况 试验地位于陕西省杨凌示范区陕西省杂交油菜研究中心试验田(34°20'N, 108°08'E),温带大陆性气候,无霜期 211d,年平均降雨量 635.0mm,年平均温度 12.9℃。试验地土壤为黄土,有机碳含量 8.15g/kg,全氮含量 0.94g/kg,全磷含量 0.83g/kg,全钾含量 20.43g/kg。

据杨凌气象局统计资料显示,杨凌示范区 2023 年为平水年,油菜生育期内(2022 年 9 月至 2023 年 5 月)降雨量为 458.4mm,降雨量呈现季节性分配不均(图 1)。2023 年平均温度 13.8℃,略高于多年平均温度。油菜生育期内水热资源匹配良好,未出现明显气象灾害,气象条件总体利于油菜生长。

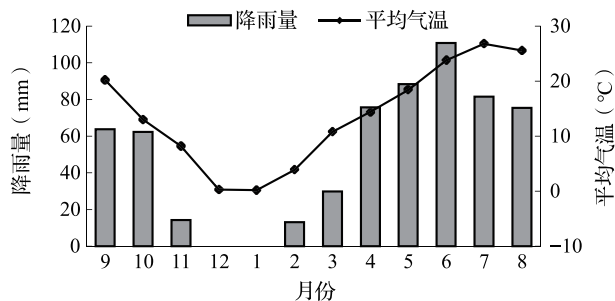


图 1 2022-2023 年试验区降水分布及平均气温变化

1.3 试验设计 试验采用裂区设计,主区为 3 种播种行距,裂区为 5 种播种密度。行距处理分别为 H1 (30cm)、H2 (40cm)、H3 (50cm),密度处理分别为 M1 (15 万株/hm²)、M2 (30 万株/hm²)、M3 (45 万株/hm²)、M4 (60 万株/hm²)、M5 (75 万株/hm²)。

共 15 个处理组合。每个处理 3 次重复,小区面积 15.5m²。试验材料于 2022 年 9 月 23 日播种,2~4 叶期间苗,4~5 叶期定苗,2023 年 5 月 28 日收获,其他田间管理同常规大田。

1.4 测定指标 成熟期每小区随机取样 10 株考种,测定株高、有效分枝高度、一次有效分枝数、主花序长度、主花序有效角果数、单株角果数、一次分枝角果数、角粒数、千粒重等指标。油菜成熟后,全区收获并计算折合每 hm² 产量。油菜越冬后,按照国家油菜区域试验冻害监测方法进行冻害调查。

1.5 数据分析 用 Excel 2016、SPSS 27.0 统计分析软件对试验数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同密度与行距配置对秦优 797 农艺性状的影响 由表 1 可知,行距、密度与行距互作效应对秦优 797 主要农艺性状均无显著影响,但密度对株高、一次有效分枝数、主花序长度有显著影响。由表 2 可知,播种行距相同时,秦优 797 株高、一次有效分枝数、主花序长度随密度增加整体呈下降趋势,M1 最大。在 H1 播种行距下,有效分枝高度随密度的增加呈波动变化,M4 最大;在 H2 行距下,有效分枝高度先增加后减少,M3 最大;H3 行距下,有效分枝高度呈波动变化,M5 最大。

播种密度相同时,行距对秦优 797 主要农艺性状的影响存在差异。在 M1 密度下,株高随行距的增加而增加,H3 最大;在 M2 密度下,株高先降低后升高,H3 最大;在 M3、M5 密度下,株高逐渐降低,最大值均为 H1;在 M4 密度下,株高先升高后降低,H2 最大。在 M1、M2、M3 密度下,有效分枝高度随行距的增加而增加,最大值均为 H3;在 M4、M5 密度下,有效分枝高度先降低后升高,最大值分别为 H1、H3。在 M1、M2 密度下,一次有效分枝数先降低后升高,最大值分别为 H1、H3;在 M3、M4 密度下,一次有效分枝数先升高后降低,最大值均为 H2;

表 1 栽培因子与主要农艺性状的方差分析

因素	株高	有效分枝高度	一次有效分枝数	主花序长度
密度(M)	*	NS	**	**
行距(H)	NS	NS	NS	NS
密度 × 行距(M × H)	NS	NS	NS	NS

*, ** 分别表示在 0.05、0.01 水平上存在显著、极显著影响,NS 为无显著影响,下同

表2 不同密度与行距配置对秦优797农艺性状的影响

行距	密度	株高(cm)	有效分枝高度(cm)	一次有效分枝数	主花序长度(cm)
H1	M1	145.78 ± 9.45	33.44 ± 7.88	9.22 ± 1.32	60.78 ± 10.00
	M2	140.70 ± 10.64	39.60 ± 10.96	6.60 ± 2.80	58.90 ± 5.57
	M3	137.60 ± 9.58	39.50 ± 16.73	6.40 ± 1.58	46.80 ± 16.68
	M4	126.90 ± 15.57	46.00 ± 7.60	6.10 ± 1.37	43.50 ± 14.21
	M5	129.30 ± 15.13	45.10 ± 7.68	5.60 ± 2.17	44.60 ± 5.78
H2	M1	147.90 ± 9.83	38.30 ± 17.79	7.80 ± 3.22	58.30 ± 5.10
	M2	127.09 ± 10.28	40.40 ± 14.06	6.50 ± 2.68	54.40 ± 14.97
	M3	137.10 ± 16.50	41.80 ± 12.43	7.40 ± 3.41	54.10 ± 7.25
	M4	127.80 ± 9.33	35.80 ± 10.17	7.00 ± 2.11	52.60 ± 10.51
	M5	127.60 ± 9.89	31.40 ± 14.53	5.30 ± 2.06	47.60 ± 9.82
H3	M1	159.00 ± 8.64	39.70 ± 11.55	9.00 ± 2.00	67.90 ± 6.24
	M2	152.90 ± 6.23	48.50 ± 18.80	7.10 ± 1.79	56.30 ± 12.07
	M3	136.60 ± 11.87	44.20 ± 12.74	5.30 ± 2.58	51.90 ± 11.86
	M4	120.50 ± 20.32	41.70 ± 16.28	4.40 ± 1.90	49.30 ± 11.38
	M5	123.90 ± 18.00	48.60 ± 12.20	4.70 ± 2.26	47.00 ± 16.57

在 M5 密度下,一次有效分枝数逐渐降低,H1 最大。在 M1、M2 密度下,主花序长度先降低后升高,最大值分别为 H3、H1;在 M3、M4、M5 密度下,主花序长度先升高后降低,最大值均为 H2。

2.2 不同密度与行距配置对秦优797产量构成要素的影响 油菜产量由单株角果数、角粒数、千粒重三要素构成。由表3可知,行距对主花序有效角果数和单株角果数无显著影响,但对一次分枝角果数、角粒数、千粒重有显著影响;密度、密度与行距互作效应对主花序有效角果数、一次分枝角果数、单株角果数、角粒数、千粒重均有显著或极显著影响。

由表4可知,行距相同时,单株角果数、角粒数随密度的增加呈下降趋势,最大值均为 M1。在 H1、H3 行距下,千粒重随着密度的增加而减小,在 H2 行距下,千粒重呈波动变化,整体上有下降趋势, M1 最大。在 H1 行距下,主花序有效角果数随着密度的增加先降低后升高, M1 最大;在 H2、H3 行距下,主花序有效角果数逐渐降低, M1 最大。在 H1、

H3 行距下,一次分枝角果数随着密度增加而降低, M1 最大;在 H2 行距下,一次分枝角果数呈波动变化,整体上有下降趋势, M1 最大。

播种密度相同时,在 M1 密度下,主花序有效角果数、单株角果数和一次分枝角果数均先降低后增加, H1 最大;在 M2、M3、M4、M5 密度下,主花序有效角果数、单株角果数和一次分枝角果数均先增加后降低, H2 最大。在 M1~M4 密度下,角粒数均先降低后增加,最大值分别为 H3、H3、H1、H3;在 M5 密度下,角粒数随行距增加而增加, H3 最大。在 M1~M5 密度下,千粒重均先降低后增加,最大值均为 H3。

2.3 不同密度与行距配置对秦优797产量的影响 密度与作物产量密切相关。行距相同时,产量随播种密度的增加整体上呈先增加后降低的趋势(图2)。在 H1、H2 播种行距下, M3 产量最高,每 hm^2 产量分别为 4105.25kg、4554.31kg;在 H3 行距下, M4 产量最高,为 4404.07kg。行距不同时,

表3 栽培因子与产量构成要素的方差分析

因素	主花序有效角果数	单株角果数	一次分枝角果数	角粒数	千粒重
密度(M)	**	**	**	**	**
行距(H)	NS	NS	*	*	*
密度 × 行距(M × H)	*	*	*	*	*

表 4 不同密度与行距配置对秦优 797 产量构成要素的影响

行距	密度	主花序有效角果数	单株角果数	一次分枝角果数	角粒数	千粒重(g)
H1	M1	64.78 ± 17.82	344.22 ± 150.70	279.40 ± 135.58	27.69 ± 1.26	4.21 ± 0.18
	M2	48.90 ± 13.78	221.70 ± 148.38	172.80 ± 138.09	27.05 ± 1.24	4.17 ± 0.15
	M3	42.70 ± 16.09	146.90 ± 59.54	108.20 ± 49.55	26.94 ± 1.59	4.15 ± 0.33
	M4	32.30 ± 16.68	141.00 ± 71.75	104.70 ± 61.52	26.08 ± 1.69	4.09 ± 0.21
	M5	33.40 ± 13.93	131.20 ± 74.14	89.90 ± 67.95	25.36 ± 1.67	4.04 ± 0.14
H2	M1	54.60 ± 19.20	252.30 ± 91.58	200.80 ± 82.34	27.36 ± 0.38	4.06 ± 0.06
	M2	52.90 ± 13.96	231.60 ± 182.42	177.10 ± 136.32	26.44 ± 1.04	3.92 ± 0.15
	M3	48.20 ± 17.51	221.70 ± 149.22	183.40 ± 166.80	26.26 ± 1.26	4.03 ± 0.12
	M4	44.40 ± 16.38	219.50 ± 99.43	166.90 ± 92.91	26.04 ± 1.25	3.98 ± 0.04
	M5	41.50 ± 15.17	211.30 ± 92.63	166.60 ± 93.90	25.78 ± 2.16	3.87 ± 0.19
H3	M1	63.60 ± 13.04	331.90 ± 102.69	268.30 ± 92.22	28.88 ± 0.89	4.30 ± 0.07
	M2	46.90 ± 23.61	211.50 ± 127.78	164.60 ± 108.95	27.78 ± 1.10	4.22 ± 0.09
	M3	42.10 ± 13.45	157.20 ± 99.15	125.90 ± 98.30	26.70 ± 1.66	4.18 ± 0.12
	M4	41.90 ± 7.84	156.90 ± 53.58	115.00 ± 48.78	26.20 ± 1.49	4.14 ± 0.03
	M5	31.30 ± 16.67	121.10 ± 70.38	79.00 ± 65.32	26.14 ± 2.58	4.09 ± 0.05

在 M1、M2 密度下,产量先降低后增加,H1 最高,每 hm² 产量分别达 3925.14kg、3941.85kg;在 M3 密度下,产量先增加后降低,H2 最高,为 4554.31kg;在 M4 密度下,产量随行距增加而增加,H3 最高,为 4404.07kg;在 M5 密度下,产量先降低后增加,H3 最高,为 3732.18kg。所有密度与行距配置中,H2M3 产量最高,其次是 H3M4,H2M5 最低。

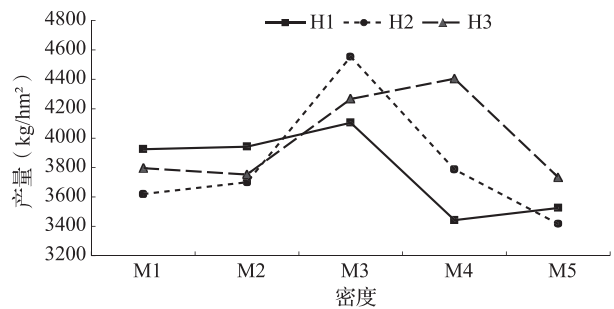


图 2 不同密度与行距配置对秦优 797 产量的影响

2.4 不同密度与行距配置对秦优 797 冻害的影响

冻害会抑制油菜的生长发育,延缓植株生长速度。受冻害的油菜植株会出现叶片枯黄、萎蔫、变软等症状,情况严重会导致植株死亡。低温会导致油菜根系受损,影响植株的营养转移及水分利用率,进而影响油菜的产量。由表 5 可知,密度与行距对秦优

797 冻害有显著或极显著影响,密度与行距的交互作用对冻害指数无显著影响。

由图 3 可知,随着播种密度的增加,油菜的冻害指数在行距 H1 和 H3 中整体呈现逐渐升高的趋势。在 H1 行距下,M5 的冻害指数最高,为 81.67,M1 最低,为 41.67,M1~M3 差异不显著,但均显著低于 M4 和 M5;在 H2 行距下,M5 的冻害指数最高,为 91.11,其次是 M2,为 77.22,M1 最低,为 43.33,M1、M3 和 M4 间差异不显著,但均显著低于 M2 和 M5;在 H3 行距下,M5 的冻害指数最高,为 64.44,M1 最低,为 36.67,M1 和 M2 差异不显著,但均显著低于 M3、M4 和 M5。

由图 4 可知,在 M1 密度下,H2 的冻害指数最高,为 43.33,H3 最低,为 36.67,H1~H3 差异不显著;在 M2 密度下,H2 的冻害指数最高,为 77.22,H3 最低,为 43.33,H1、H3 均显著低于 H2;在 M3 密度下,H3 的冻害指数最高,为 61.11,H1 最低,为 46.11,H1、H2 间差异不显著,但均显著低于 H3。在 M4 密度下,H1 的冻害指数最高,为 78.89,H2 最低,为 43.33,H1~H3 均差异显著。在 M5 密度下,H2 的冻害指数最高,为 91.11,H3 最低,为 64.44,H1~H3 均差异显著。

表5 栽培因子与冻害指数的方差分析

因素	DF	MS	F	冻害指数
密度(M)	4	1700.71	19.73	**
行距(H)	2	334.16	3.88	*
密度 × 行距(M × H)	8	137.41	1.59	NS

3 讨论与结论

研究表明,油菜的株高、一次有效分枝数、主花序长度随播种密度的增加而降低^[6-7]。本研究中,秦优797的株高、一次有效分枝数、主花序长度、单株角果数、角粒数整体随密度的增加而减少,由于处理H1M4、H1M5、H2M2、H2M5、H3M3、H3M4、H3M5冻害严重,导致其对应农艺性状、产量构成要素部分略有差异。有效分枝高度因密度不同存在差异,这可能是因为播种密度增加时,油菜植株对水分、光照、养分等的竞争加剧,不利于个体生长发育,从而导致性状表现不佳。密度一定,播种行距对油菜单株角果数影响不显著,但对角粒数、千粒重影响显

著。因此,合理的播种行距能够保证植株个体间有充足空间,提高光能利用效率,促进田间透风、减少田间病虫害的发生,有利于植株物质积累和作物根系生长,增强作物抗倒伏能力,促进作物生长发育。

不同行距与密度配置对油菜产量影响较大。本试验结果表明,在一定密度范围内,产量随着播种密度增加而增加,但当播种密度超过45万株/hm²,产量逐渐减少。这是因为行距相同,密植效应强化了油菜群体的个体竞争,使得单株角果数、角粒数及千粒重减小,造成单株产量降低,但通过增加单位面积收获株数来补偿下降的单株产量,可在一定程度上获得高产^[8],超过一定范围后,植株透光率减少,植株底层光照不足,严重影响群体下层光合作用,此时单位面积株数的增加已不能弥补单株产量降低带来的减产。

油菜是我国主要粮油作物之一,黄淮地区及其以北的冬油菜种植区域因冻害制约着油菜产业发展。播种行距一定,随着播种密度的增加,油菜的冻

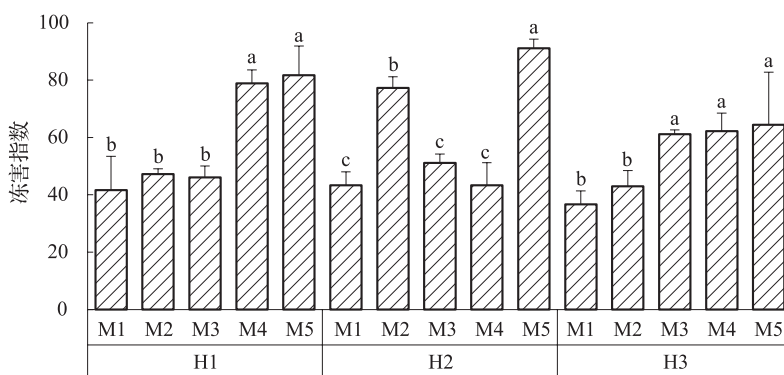


图3 不同播种密度对秦优797冻害的影响

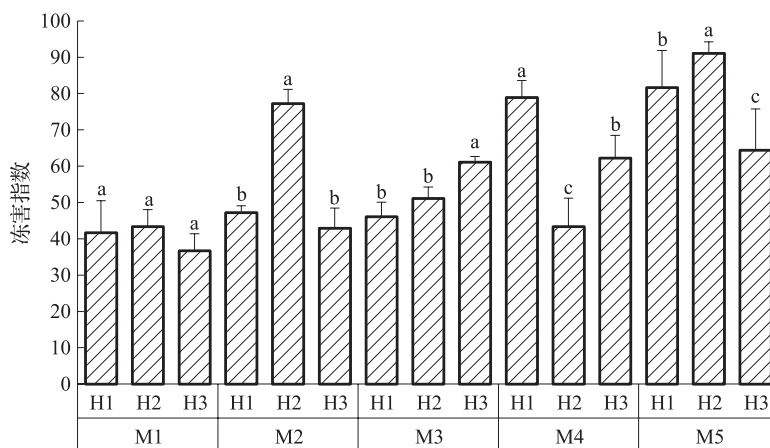


图4 不同播种行距对秦优797冻害的影响

参考文献

- [1] 曾艳华, 谢和霞, 程伟东, 江禹奉, 周锦国. 广西玉米种质资源系统调查与收集. 植物遗传资源学报, 2019, 20 (3): 654-661
- [2] 隆文杰, 周国雁, 武晓阳, 陈丹, 武少云, 蔡青. 云南地方糯玉米品种主要农艺性状遗传多样性. 热带农业科学, 2021, 41 (2): 38-53
- [3] 赵俊华, 吕学高, 楼肖成, 朱正梅. 浙江省玉米地方种质表型多样性分析. 浙江农业科学, 2015, 56 (5): 741-744
- [4] 李永祥, 石云素, 宋燕春, 黎裕, 王天宇. 中国玉米品种改良及其种质基础分析. 中国农业科技导报, 2013, 15 (3): 30-35
- [5] 张丛卓, 白建荣, 常利芳, 张效梅, 李锐, 杨瑞娟. 山西甜玉米地方品种的表型多样性分析. 山西农业科学, 2017, 45 (12): 1907-1911
- [6] 张春宇, 秦红珍, 林凤. 美国玉米杂交种分离后代代表型的多样性. 江苏农业科学, 2017, 45 (20): 76-79
- [7] 郭欢乐, 汤彬, 李涵, 曹钟洋, 曾强, 刘良武, 陈志辉. 湖南省玉米地方品种表型性状综合评价及类群划分. 作物杂志, 2022 (6): 33-41
- [8] 蔡一林, 刘志斋, 王天宇, 黎裕, 覃鸿妮, 王国强, 孙海艳, 王久光. 国内部分玉米地方品种的品质与农艺性状的表型多样性分析. 植物遗传资源学报, 2011, 12 (1): 31-36
- [9] 董昕, 李淑君, 杨华, 官玲, 付忠军, 祁志云, 金川, 余雪源, 易红华, 陈荣丽, 张丕辉. 重庆玉米地方品种表型多样性分析. 植物遗传资源学报, 2019, 20 (4): 861-870
- [10] 陈越, 张敦宇, 丁明亮, 王玲仙, 肖素勤, 柯学, 程在全. 多个省份水稻资源的表型多样性与优异资源的筛选. 浙江农业学报, 2019, 31 (11): 1779-1789
- [11] 刘志斋, 郭荣华, 石云素, 蔡一林, 曹墨菊, 宋燕春, 王天宇, 黎裕. 中国玉米地方品种核心种质花期相关性状的表型多样性研究. 中国农业科学, 2008, 41 (6): 1591-1602
- [12] 许瀚元, 潘亮, 张恩盈, 杨泽峰, 徐辰武. 基于 SNP 分子标记连锁图谱的玉米农艺性状 QTL 定位 // 中国遗传学会. 第六届全国动植物数量遗传学学术研讨会论文摘要集, 2014: 45

- [13] 韦彩会,董文斌,李忠义,唐红琴,曾成城,莫永诚. 广西地方紫云英种质资源收集及表型多样性评价. 湖北农业科学, 2024, 63 (2): 62-73
 - [14] 邵玲,许圆弟,李咏珊,沈慧艳,许露珍. 广东淮山地方品种资源农艺性状品质比较及其产业研究进展. 黑龙江农业科学, 2019 (1): 5-6
 - [15] 郭欢乐,汤彬,李涵,曹钟洋,曾强,刘良武. 湖南省玉米地方品种表型性状综合评价及类群划分. 作物杂志, 2022 (6): 9-10
 - [16] 刘思辰,乔治军,曹晓宁,温琪汾,王海岗,田翔. 山西谷子地方品种农艺性状和品质性状的综合评价. 中国农业科学, 2020, 53 (11): 12-14
 - [17] 董昕,陈荣丽,张丕辉,李淑君,杨华,官玲. 重庆玉米地方品种表型多样性分析. 植物遗传资源学报, 2019, 20 (4): 10-13
 - [18] Campbell D R. Using phenotypic manipulations to study multivariate selection of floral trait associations. *Annals of Botany*, 2019, 103: 1557-1566
 - [19] Mitchell J H, Sipaseuth, Fukai S. Farmer participatory variety selection conducted in high-and low-toposequence multi-location trials for improving rainfed lowland rice in Lao PDR. *Crop and Pasture Science*, 2014, 65 (7): 655-666
 - [20] 王昊辰,王震,张先宇,曾兴,邸宏,张林. 41 份玉米选系耐密和抗病等主要性状的综合评价. 玉米科学, 2018, 26 (2): 40-52
 - [21] 李淑芳,李鹤南,刘晓冬,张春霄,刘学岩,贾立辉,李晓辉. 205 份玉米种质资源表型性状遗传多样性分析及优异种质筛选. 玉米科学, 2023, 31 (5): 1-10
 - [22] 王利锋,唐保军,王振华,李会勇. 不同类型玉米品种间子粒脱水速率相关分析. 玉米科学, 2018, 26 (2): 7-10
 - [23] 余世权,李志龙,黄宁,张吉海,苟才明,徐克成,孙启江,何博. 高淀粉玉米新品种力玉 360 的选育及栽培技术. 中国种业, 2018 (8): 76-78
- (收稿日期: 2024-06-13)

(收稿日期: 2024-06-13)

(上接第 57 页)

害指数也有增加。这是因为播种密度过大时,油菜植株个体生长发育不良,苗期容易形成弱苗、高脚苗,高脚苗的根颈延伸出地面、甚至高出地面,更容易遭受寒流侵害。因此,适宜的播种行距和播种密度对油菜抵御冻害十分重要。

综合各农艺性状及产量表现,黄淮地区推广油菜品种秦优 797 在生产中想要实现高产,建议播种密度为 45 万株/hm²,行距为 40cm,此时可充分发挥群体优势,达到高产高效的目的。

参考文献

- [1] 甘国渝,邹家龙,陈曦,朱海,金慧芳,李继福. 中国油菜生产格局与施肥研究现状. 湖北农业科学, 2022, 61 (1): 5-11
- [2] 姜丽霞,任军荣,张智,缪平贵. 收获期对不同熟期油菜品种产量及

品质的影响, 中国种业, 2023 (9): 100-104

- [3] 贾志锋. 施氮量和播种密度对高寒区燕麦种子产量及其相关性状的影响研究. 兰州: 甘肃农业大学, 2022
- [4] 段秋宇, 廖方全, 刘士山, 蒲晓斌, 牛应泽, 吴永成. 种植密度及行距配置对直播油菜农艺性状和产量品质的影响. 四川农业大学学报, 2017, 35 (2): 167-171
- [5] 蒯婕, 李真, 汪波, 刘芳, 叶俊, 周广生. 密度和行距配置对油菜苗期性状及产量形成的影响. 中国农业科学, 2021, 54 (11): 2319-2332
- [6] 袁圆, 汪波, 周广生, 刘芳, 黄俊生, 蒯婕. 播期和种植密度对油菜产量和茎秆抗倒性的影响. 中国农业科学, 2021, 54 (8): 1613-1626
- [7] 王锐, 李京, 胡立勇. 不同株行配置与密度对油菜产量的影响. 中国农学通报, 2011, 27 (16): 273-277
- [8] 王玉, 赵财, 樊志龙, 苟志文, 胡发龙, 殷文, 柴强. 行距及密度影响玉米密植潜力的干物质累积和产量构成机制. 中国生态农业学报: 中英文, 2020, 28 (5): 652-661

(收稿日期: 2024-06-18)