

播种密度对高寒区油菜农艺性状及产量的影响

强久次仁^{1,2}, 尼玛曲珍¹, 央金格桑¹, 刘树峰¹, 胡昌录²

(1. 西藏山南错那市农牧综合服务中心, 西藏 山南 856700; 2. 西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 针对西藏高寒区油菜生产中产量潜力尚未充分发挥、适宜栽培密度不明确等问题, 于2023—2024年以当地油菜主栽品种“藏油3号”为材料, 系统开展了播种密度(低密度 L: 22.5 kg/hm²、中密度 M: 30 kg/hm²、高密度 H: 37.5 kg/hm²)田间试验, 系统分析了年际气候与密度互作对油菜产量、农艺性状及经济效益的综合调控效应。结果表明: 播种密度对油菜籽粒产量、地上部生物量及产量构成因子均具有显著调控作用。随密度增加, 单株有效角果数虽有所上升, 但单角粒数显著降低, 千粒质量呈下降趋势, 最终导致籽粒产量显著降低。低密度处理因单株发育充分、虫害较轻、花后生育期延长, 产量显著高于中、高密度处理。密度对生育进程的影响主要体现在生殖生长阶段, 高密度显著缩短开花至成熟期天数。年份与密度交互作用对油菜籽粒产量影响不显著, 说明低密度在不同年型下均具有稳定增产潜力。经济效益分析表明, 低密度处理净收益超过7000元/hm², 显著高于中、高密度。综上, 在西藏高寒区, 采用22.5 kg/hm²的播种密度能够有效协调个体发育与群体结构, 减轻环境胁迫, 是实现油菜高产、稳产与增收的优化农艺措施。

关键词: 播种密度; 油菜; 农艺性状; 产量; 经济效益

中图分类号: S565.4

文献标识码: A

Effects of Sowing Density on Agronomic Traits and Yield of Rapeseed in High-altitude Cold Regions

Qiangjiuciren^{1,2}, Nimaquzhen¹, Yangjingsang¹, Liu Shufeng¹, Hu Changlu²

(1. Agriculture and Animal Husbandry Comprehensive Service Center of Cuona City, Shannan, Xizang, Shannan Xizang 856700, China; 2. College of Resources and Environment, Northwest A&F University, Yangling Shaanxi 712100, China)

Abstract: To address the issues of unrealized yield potential and unclear optimal sowing density in rapeseed production in the high-altitude cold region of Xizang, a field experiment was conducted from 2023 to 2024 using the locally dominant cultivar “Zangyou 3”. Three sowing densities were set: low density (L: 22.5 kg/hm²), medium density (M: 30 kg/hm²) and high density (H: 37.5 kg/hm²). The integrated regulatory effects of interannual climate and sowing density interactions on rapeseed yield, agronomic traits and economic benefits were systematically analyzed. The results showed that sowing density had significant regulatory effects on rapeseed grain yield, aboveground biomass and yield components. With the increase of sowing density, the number of effective pods per plant increased, but the number of seeds per pod decreased significantly and 1000-seed weight showed a downward trend, eventually leading to a significant decrease in grain yield. The low-density treatment had significantly higher yield than medium- and high-density treatments due to sufficient individual plant development, light pest damage and prolonged post-flowering growth period. The effect of sowing density on growth process was mainly reflected in the reproductive growth stage, and high density significantly shortened the days from flowering to maturity. The interaction between year and sowing density had no significant effect on rapeseed grain yield, indicating that low density had stable yield-increasing potential in different years. Economic benefit analysis showed that the net income of low-density treatment exceeded 7000 yuan/hm², which was significantly higher than that of medium- and high-density treatments. In conclusion, a sowing density of 22.5 kg/hm² can effectively coordinate individual development and population structure, mitigate environmental stress, and is an optimized agronomic measure to achieve high and stable yield and income increase of rapeseed in high-altitude cold regions of Xizang.

Key words: sowing density; rapeseed; agronomic traits; yield; economic benefit

收稿日期: 2025-12-12

基金项目: 西藏山南市本级科技计划项目——不同海拔区域油菜种植试验研究(2022BJKJHXM-003)。

作者简介: 强久次仁(1985—), 男, 硕士, 高级农艺师, 主要从事油菜引种试验、农作物栽培与示范推广工作, E-mail: 597093026@qq.com。

通信作者: 胡昌录(1989—), 男, 博士, 副教授, 主要从事旱地作物水分、养分高效利用及管理, E-mail: changluhu@nwafu.edu.cn。

油菜(*Brassica napus* L.)作为世界四大油料作物之一,其种子含油量高达33%~50%^[1],在我国食用油供给中具有重要战略地位^[2]。因此,在消费需求持续增长的背景下,实现油菜的高产稳产不仅是产业发展的要求,更是维护国家粮油安全的根本保障。油菜产量主要取决于单位面积角果数、角粒数与千粒质量3个构成要素的协同作用,而播种密度作为一项关键栽培调控手段,通过直接影响群体结构、资源分配及个体间竞争关系,对上述各产量要素的形成具有决定性影响^[3-5]。合理密植主要通过调节群体结构和资源分配效率来影响油菜产量,其中对群体单株角果数的调控是核心路径之一^[6]。在生长条件相对适宜的地区(如油菜主产区),增加播种密度通常能够有效提高单位面积角果总数,从而为高产奠定基础。然而,密度增加往往伴随着单株有效分枝数和单株有效角果数的减少,以及千粒质量的下降,这反映出个体生长与群体产量间存在的显著补偿效应^[7]。若播种密度过低,虽有利于个体充分发育,但会导致田间覆盖率不足、光热资源利用不充分,从而限制群体产量的提升潜力;反之,若密度过高,植株间对光、水、养分的竞争加剧,不仅抑制个体正常生长发育,还会显著增加田间郁闭、倒伏风险及病虫害发生概率,最终导致油菜产量与品质的下降^[8]。因此,确立适宜播种密度是协调个体与群体关系、实现油菜高产稳产的关键栽培策略。然而,以往研究报道显示,不同生态区域适宜的油菜播种密度存在显著差异。例如,李亦扬等^[9]在长江中下游的研究表明,适期播种条件下适宜播种密度范围为36~48万株/hm²;周安兴等^[10]在湖南省浏阳市研究结果表明,油菜品种C6823最适密度为36万株/hm²,产量为2256 kg/hm²;吴圣龙等^[11]在甘肃省白银区武川乡(海拔1850 m)研究发现,当地油菜最佳播种密度为27~33万株/hm²。

西藏是我国典型的高寒农业区,油菜作为当地唯一的油料作物和主要食用植物油来源,在该区域农业生产与食物供给中具有不可替代的地位。然而,受高海拔(平均海拔>4000 m)与特殊气候条件的制约,当地油菜平均单产仅为2590 kg/hm²,栽培技术相对落后,产量提升空间较大^[12-14]。尽管西藏油菜种质资源丰富,以白菜型和芥菜型为主,且被认为是我国部分油菜类型的起源中心之一^[15],但其产量潜力远未充分

发挥。现有关于高寒地区油菜栽培的研究中,针对年际气候条件与播种密度互作对油菜农艺性状及产量构成影响的系统分析仍较为缺乏。基于此,本研究以西藏高寒区主栽油菜品种“藏油3号”为材料,通过开展多年田间密度梯度试验,系统分析年际气候条件与播种密度互作对油菜农艺性状及产量构成的调控效应,重点揭示不同气候条件下,单位面积角果数、每角粒数、千粒质量等关键产量指标对密度梯度的响应规律,旨在明确高寒生境中油菜高产稳产的适宜密度范围,为构建适应高寒生境的油菜高效栽培技术体系提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2023年4月—2024年9月在西藏山南错那市觉拉乡扎洞村(28.03°N,92.07°E,海拔3660 m)开展两个完整油菜生长季的田间试验,试验区耕作制度为一年一熟制,前茬作物收获后机械翻耕冬灌休闲,至翌年春季再播种。试验区属典型的高寒农业气候区,多年平均降水量为384.3 mm,降水主要集中在每年的6—8月,无霜期约42 d。土壤类型为砂壤土,肥力状况较好,试验开始前测得0~20 cm土层土壤化学性质如下:有机质含量49.1 g/kg,全氮3.36 g/kg,有效磷34.1 mg/kg,速效钾130 mg/kg,pH 8.33。根据错那市气象局2023—2024年度监测数据,试验期间气象要素分别为:2023年和2024年平均气温分别为1.4℃和1.6℃,年降水量分别为361.5 mm和520.5 mm,年累计日照时数分别为2555.2 h和2537.5 h,年平均相对湿度分别为72%和72.8%。

1.2 试验设计及管理

采用完全随机区组试验设计,设置3个播种密度水平,分别为22.5 kg/hm²(低,L)、30 kg/hm²(中,M)和37.5 kg/hm²(高,H),其中高播种密度为当地农户常规用量,每个处理重复3次,共计9个小区。试验小区面积32 m²(8 m×4 m),试验区四周设保护行。试验施肥量为:施用尿素228 kg/hm²,其中50%基施,50%开花期追施;磷酸二胺84.9 kg/hm²,氯化钾62.55 kg/hm²,全部基施,在油菜盛花期喷施硼肥15 kg/hm²溶液1次,播种前进行1次灌溉,待土壤墒情适宜时,翻耕后采用旋耕机整地,随后划分小区。分别于2023年3月27日和2024年4月5日播种,采用

当地常规人工撒播方式,撒播后使用小型微耕机浅耕覆土,5叶期进行1次中耕除草。全生育期根据当年气候条件分别灌溉6次(2023年)和5次(2024年),其他同当地农户大田管理。

1.3 测定项目与调查

1.3.1 耕层土壤化学性质

试验开始前采集0~20 cm土层土壤,测定有机质、全氮、速效磷、速效钾和pH值等,采用常规方法测定上述指标。

1.3.2 产量及产量构成要素

油菜收获前3~5 d取样考种,每个小区随机选取3个点,每个点取样面积为1 m²,合并成1个混合样,测定生物量,计数株数、每角果数、单角粒数、千粒质量。成熟期调查结束后,对所有小区进行取样,全区收获并计算折合每公顷产量。

1.3.3 油菜农艺性状

每个小区随机选取10株健康植株,分别测量株高、主茎秆长度,主花序有效长度,第一次有效分支个数。

1.3.4 油菜生育期调查

2023年和2024年,在油菜播种后观测并记录出苗期、现蕾期、抽薹期、初花期、盛花期、终花期和成熟期这7个关键生育时期,并统计从播种至成熟的整个生育期天数。农艺性状调查采用定点定时法进行,即在每个处理的同一重复内,选取具有代表性的固定植株作为观测对象。

1.3.5 成熟期蚜虫发生数量调查

油菜成熟期,每年连续调查100株油菜发生蚜虫虫害株数量。

1.3.6 经济效益分析

依据2023—2024年的田间试验数据,通过对比不同密度处理下的投入(种子、化肥、农药、机械等)与产出效益,综合评估其经济效益。

1.4 数据处理分析与作图软件

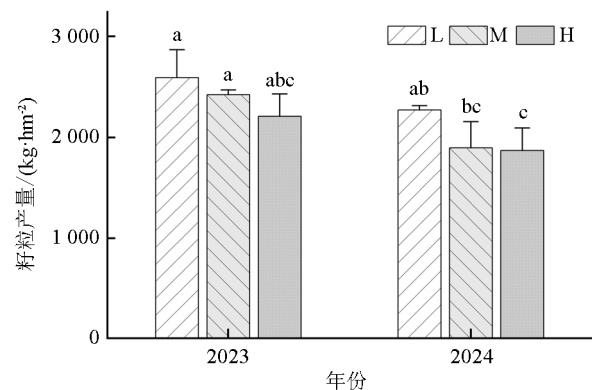
所有数据采用Microsoft Excel软件对其进行整理,试验结果采用SPSS Statistics软件进行方差分析,Duncan法进行差异性显著分析,多重比较用LSD法,检验试验数据的差异性水平($p < 0.05$),采用Origin 2024软件制图。

2 结果与分析

2.1 不同播种密度对油菜产量的影响

2023年与2024年试验结果表明(图1),油

菜产量随着播种密度增加呈现下降趋势,2023年油菜平均籽粒产量高于2024年。2023年,随油菜播种密度的提高,油菜籽粒产量呈下降趋势,但处理间差异不显著($p > 0.05$);2024年,播种密度对产量的影响趋势与2023年相似,但高密度(H)处理油菜籽粒产量显著低于低密度(L)处理($p > 0.05$),高密度处理与中密度(M)处理差异不显著。方差分析结果显示(表2),油菜籽粒产量受年份及播种密度的显著影响($p < 0.05$),具体表现为:2023年油菜籽粒产量(2 407 kg/hm²)显著高于2024年(2 010 kg/hm²);低密度处理的油菜籽粒产量(2 431 kg/hm²)显著高于中密度处理(2 157 kg/hm²)和高密度处理(2 038 kg/hm²),但中密度处理和高密度处理间差异不显著。此外,年份和播种密度交互作用对油菜籽粒产量影响不显著。



注:图中L、M、H分别代表低、中、高播种密度。

图1 播种密度对油菜产量的影响

2.2 不同播种密度对油菜产量构成因子的影响

由表1可知,油菜地上部总生物量随播种密度增加而显著降低。2023年,低密度处理与中密度处理间生物量差异不显著,但二者均显著高于高密度处理;2024年,低密度处理生物量显著高于中密度与高密度处理,而中密度处理与高密度处理间差异不显著($p > 0.05$)。此外,2023年和2024年试验结果均显示,随着播种密度的提高,油菜株数和单株有效角果数显著增加,单角粒数显著降低,千粒质量有下降趋势,但差异不显著。方差分析结果显示(表2),年份对生物量、株数、单株有效角果数及单角粒数均无显著影响($p > 0.05$),但显著影响了千粒质量,具体表现为:2023年平均千粒质量(3.36 g)显著高于2024年(3.09 g)。播种密度显著影响了生物量、株数、单株有效角果数及单角粒数,但对千粒质量影响不显著,具体表现为:2023年低密度处理的平均生

物量(14 507 kg/hm²)显著高于中密度处理(13 728 kg/hm²)和高密度处理(12 634 kg/hm²);随播种密度的增加株数及单株有效角果数显著增加,但单角粒数显著降低。年份和播种密度的

交互作用对油菜株数有显著影响,但对生物量、单株有效角果数、单角粒数和千粒质量均无显著影响。具体表现为:2023年随播种密度增加油菜株数显著增加,但2024年无显著变化。

表1 播种密度对油菜生物量及产量构成因子的影响

年份	处理	生物量 /kg·hm ⁻²	单株有效角果数 /个	单角粒数 /粒	株数 /万株·hm ⁻²	千粒质量 /g
2023	L	14 507 a	147 c	22 a	27.43 c	3.61 a
	M	13 728 ab	154 bc	17 b	29.66 b	3.24 ab
	H	12 634 d	171 a	12 c	31.59 a	3.22 ab
2024	L	14 413 a	129 d	23 a	29.08 b	3.28 ab
	M	13 469 bc	158 abc	17 b	29.79 b	3.15 ab
	H	12 774 cd	169 ab	13 c	30.42 ab	2.84 b

注:表中L、M、H分别代表低、中、高播种低密度。

表2 播种密度对油菜产量及其构成要素影响的方差分析

项目	产量	生物量	株数	单株有效角果数	单角粒数	千粒质量
年份	0.001	0.550	0.592	0.211	0.696	<0.001
密度	0.016	< 0.001	< 0.001	<0.001	< 0.001	0.055
年份*密度	0.635	0.398	0.025	0.110	0.544	0.262

2.3 不同播种密度对油菜生育期影响

全生育期为播种至成熟的总天数。由表3可知,油菜从播种至成熟依次经历出苗、现蕾、抽薹、初花、盛花、终花和成熟7个主要生育时期。结果表明,播种密度对油菜生育进程有显著调控作用。整体上,随播种密度增加,各主要生育时期普遍提前,全生育期相应缩短。具体而言,高密度处理的出苗、现蕾、开花及成熟期均早于中密度处理和低密度处理,其全生育期亦显著短于

后两者。从不同生育阶段看,密度对生育进程的影响存在阶段性差异。从苗期至现蕾期,各处理间生育天数差异较小;自初花期起,密度的影响趋于显著,其中以盛花期最为明显,高密度处理显著缩短了此阶段的持续时间。年份间比较发现,2024年度各处理的全生育期总体长于2023年,但密度调控的总体趋势在两个年度间保持一致,即高密度处理始终促进各生育阶段提前,并显著缩短全生育期。

表3 播种密度对油菜生育期影响

单位:d

年份	处理	出苗期	现蕾期	抽薹期	初花期	盛花期	终花期	成熟期
2023	L	20	28	48	61	71	104	128
	M	20	30	47	57	67	100	119
	H	18	32	40	48	56	86	111
2024	L	24	33	53	66	79	106	125
	M	22	37	55	68	81	108	116
	H	21	39	52	60	59	94	113

2.4 不同播种密度对油菜农艺性状的影响

如图2所示,不同播种密度下,2023年株高无明显差异,2024年高密度处理的株高显著低于低密度处理;主茎秆长度与2023年无显著差异,2024年中密度处理的主茎秆长度显著低于低密度处理;2023年和2024年不同密度处理下油菜主花序有效长度均无明显差异;分枝数在两年间表现出不同趋势,2023年高密度处理的分枝数显著低于中密度处理,2024年高密度处理的分枝数

显著高于中密度处理。方差分析结果显示(表4),年份对株高和主茎秆长度有显著影响($p < 0.001$),具体表现为:2023年的平均株高(127.4 cm)与主茎秆长度(44 cm)均显著高于2024年(分别为111.9 cm与38 cm)。密度对株高、主茎秆长度、主花序有效长度及有效分枝数均无显著影响($p > 0.05$)。年份和密度的交互作用对主花序有效长度和有效分枝数有显著影响,对其余农艺性状无显著影响。

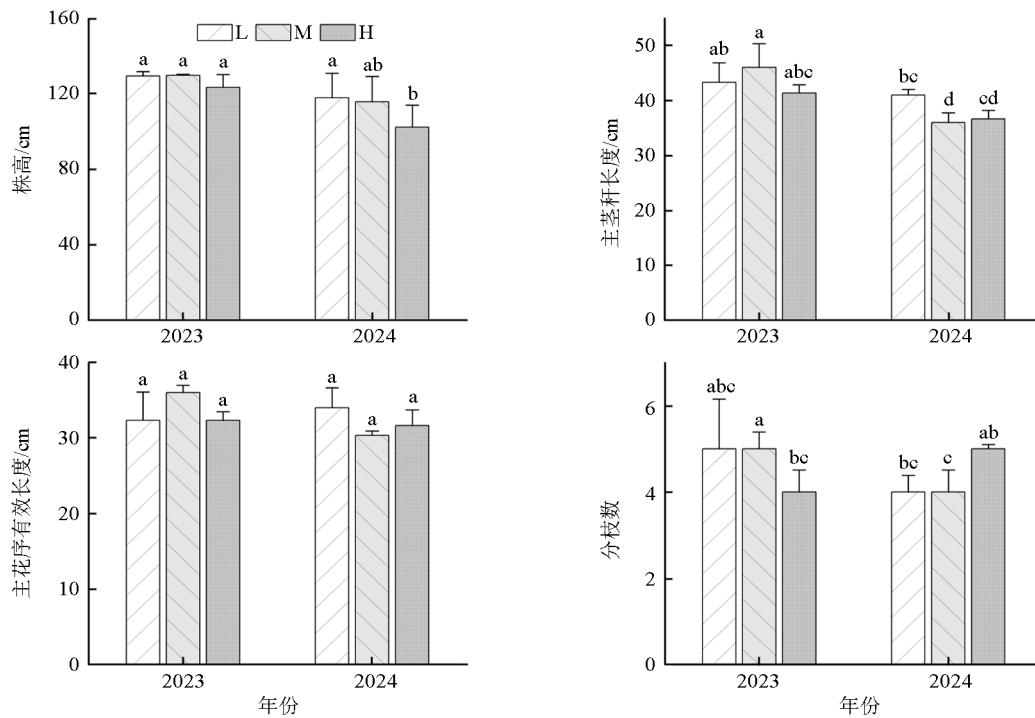


图2 播种密度对油菜农艺性状的影响

表4 播种密度对油菜农艺性状影响的方差分析

项目	株高	主茎秆长度	主花序有效长度	有效分枝数
年份	< 0.001	< 0.001	0.155	0.102
密度	0.064	0.142	0.577	0.884
年份 * 密度	0.572	0.064	0.036	0.015

2.5 不同播种密度对油菜蚜虫发生群体密度调查

2023年与2024年成熟期时,对不同播种密度下的油菜田蚜虫发生情况进行了调查。结果表明,2023年,高密度处理的蚜虫数量高于中密度处理和低密度处理;而在2024年,中密度处理的蚜虫发生数量高于低密度处理和高密度处理(图3)。

2.6 不同播种密度对油菜的经济效益分析

通过对2023年与2024年3个不同播种密度处理下油菜种植的经济效益进行分析,比较了各密度处理的投入、产出及盈亏状况(表5)。总投入主要包括种子、化肥、农药、机械与人工,除种子与人工投入因年度与处理方式不同存在差异外(2023年因降水量低,人工灌溉次数增加,导

致该年度人工成本上升),其余各项成本在两年间保持一致。结果表明,随播种密度增加种子投入的增加导致总投入明显增加,产出随播种密度增加而降低,因此净收益随播种密度的增加而降低,甚至在2023年高密度处理的净收益为负值。综合来看,低密度处理油菜净收益在7000元/hm²以上,中密度处理净收益在3100~5500元/hm²,而高密处理的净收益在-173~1366元/hm²。

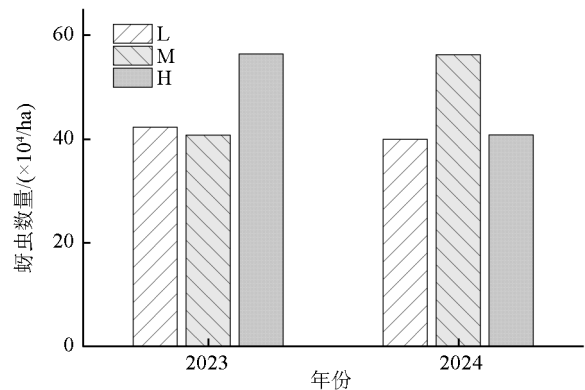


图3 不同播种密度下油菜蚜虫发生数量

表5 不同油菜播种密度下的经济效益分析

年份	密度	投入/元·hm ⁻²					总投入	产出/元·hm ⁻²	盈亏额/元·hm ⁻²
		种子	化肥	农药	机械	人工			
2023	L	450	610	200	3150	14400	18810	25912	7102
	M	600	610	200	3150	14400	18960	22073	3113
	H	750	610	200	3150	14400	19110	18937	-173
2024	L	450	610	200	3150	12600	17010	24209	7199
	M	600	610	200	3150	12600	17160	22699	5539
	H	750	610	200	3150	12600	17310	18676	1366

3 讨论与结论

3.1 讨论

本研究系统分析了不同播种密度对高寒区白菜型油菜“藏油3号”产量的影响,结果表明,播种密度对油菜产量及其构成因子具有显著调控作用。随着播种密度增加,群体密度及单株有效角果数相应上升,但每角粒数显著降低,千粒质量也有下降趋势,最终导致油菜籽粒产量随密度增加而显著降低。这与戴祥东等^[16-18]的研究结果一致。在低密度处理(22.5 kg/hm²)条件下,油菜群体数量小,植株生长空间充足,个体发育良好,单株生产能力得以充分发挥。尽管单株有效角果数相对较少,但每角粒数保持较高水平,最终获得最高籽粒产量。相反,在中密度处理(30 kg/hm²)、高密度处理(37.5 kg/hm²)下,群体密度过大导致植株间对光、水、养分等资源的竞争加剧,抑制了单株生长发育^[19]。尽管单位面积株数显著增加,但单角粒数显著下降,且株数增加未能弥补单株产量损失,最终导致籽粒产量显著降低。这与许寿增等^[20]的研究结果一致。本研究也发现,尽管年份和播种密度显著影响油菜籽粒产量,但两者交互作用对籽粒产量无显著影响,表明在西藏高寒区常规年型(2023年)及丰水年型(2024年)下,低播种密度油菜籽粒产量始终优于中、高播种密度,但在干旱年型下播种密度对油菜产量的影响还有待进一步研究。此外,随油菜播种密度增加种子投入成本上升,导致总投入明显增加,而产出随播种密度增加而下降,因此净收益随播种密度的增加而降低^[21-22]。最终,低播种密度处理可获得7 000元/hm²以上的净收益,明显高于中密度处理(3 113~5 539元/hm²)和高密度处理(-173~1 366元/hm²)。

农艺性状作为连接油菜遗传特性、栽培措施与最终籽粒产量的关键表型,是产量构成因子的直接载体,其表现水平直接决定并从根本上制约着产量的高低^[23]。本研究发现,高密度处理下,株高及主茎秆长度明显降低,主花序有效长度偏短,尤其在高降雨年型下(2024年),反映出植株间竞争加剧导致农艺性状弱化,单株生产能力下降,进而对产量形成产生不利影响。此外,中、高密度下的油菜蚜虫发生量显著高于低密度处理,这可能归因于以下原因:高密度种植创造了更郁

闭的冠层微环境,提高了田间湿度并降低了通风透光性,为蚜虫繁殖提供了适宜的小生境^[24];同时,密集植株导致的营养竞争可能使油菜植株抗性下降,更易吸引蚜虫取食与定居^[25]。本研究进一步发现,播种密度对油菜各生育阶段的影响并非均等,主要表现为对生育后期持续时间的显著压缩效应。具体而言,在出苗至开花的前期阶段,不同密度处理间的生育期长度无显著差异;而进入开花至成熟的后期阶段,随着密度升高,该阶段持续时间显著缩短,从而导致全生育期整体提前。这一现象可归因于高密度种植条件下群体冠层过早郁闭,导致生育后期田间透光率显著下降,植株间对光、热等关键资源的竞争加剧,促使生殖生长进程加速,而花后有效光合时长相应缩短^[26]。这种竞争压力不仅加速了生殖生长进程,而且缩短了花后生育阶段^[27-28]。这一变化直接干扰了正常的籽粒灌浆生理过程:一方面,花后冠层光合速率下降,导致当期同化产物向籽粒的供应减少;另一方面,营养器官中花前贮存的干物质向籽粒的再动员与转运效率降低,最终共同限制籽粒充实度与产量形成。

3.2 结论

在西藏高寒区,播种密度对油菜籽粒产量、地上部生物量及产量构成因子均具有显著影响。其中,低播种密度(22.5 kg/hm²)油菜籽粒产量显著高于中(30 kg/hm²)、高(37.5 kg/hm²)播种密度,该优势主要得益于低密度条件下植株单角粒数更高、株高与主茎秆长度更大、虫害程度更轻,且开花至成熟阶段生育期更长。年型与播种密度交互作用对油菜籽粒产量无显著影响,表明在常规或丰水年型下,低播种密度均可获得最高产量。此外,低播种密度由于种子成本低、产量收益高,可获得最高净收益。因此,在西藏高寒区采用22.5 kg/hm²播种密度是实现油菜高产稳产与农民增收的适宜农艺措施。

参考文献:

- [1] 李云昌,胡琼,徐东旭,等.直播油菜高产栽培技术[J].湖北农业科学,2019,58(1):34-36.
- [2] FRIEDT W, TU J X, FU T D. The Brassica napus Genome[M]. Switzerland: Springer Cham, 2018: 1-20.
- [3] 鞠红梅,周宝裕,陈爱萍,等.“油研8号”亩产250 kg栽培技术研究[J].上海农业科技,2001(1):53-55.
- [4] 曹顶华,陆益平,卢燕.启东市优质油菜亩产250 kg

- 栽培技术[J].农业科技通讯,2013(10):207-209.
- [5] 何微,李俊,王晓梅,等.全球油菜产业现状与我国油菜产业问题、对策[J].中国油脂,2022,47(2):1-7.
- [6] 李虹桥,赖莹,母娜,等.密度对不同株高油菜冠层结构与群体光合能力的影响[J].浙江农业学报,2022,34(3):419-427.
- [7] 李施蒙,袁玉婷,尼玛次仁,等.播期、播种量及施氮量对直播油菜大地95产量及农艺性状的影响[J].广东农业科学,2020,47(7):1-8.
- [8] 宁成林.油菜栽培技术及主要害虫防治研究[J].农业技术与装备,2022(9):166-168.
- [9] 李亦扬,王龙,钱晨等.密度对油菜角果性状的影响及高产油菜增产路径分析[J].中国农业科学,2024,57(22):4459-4472.
- [10] 周安兴,傅志强,沈建凯等,直播密度对油菜产量及农艺性状的影响[J].作物研究,2009,23(3):170-171.
- [11] 吴圣龙.白银市双底油菜新品种引进与综合栽培技术体系集成研究[D].兰州:甘肃农业大学,2007.
- [12] 赵彩霞,袁玉婷.不同甘蓝型油菜品种在日喀则地区的播期试验研究[J].农学学报,2018,8(6):33-38.
- [13] 袁玉婷.西藏油菜产业化发展浅析(上)[J].西藏农业科技,2016,38(1):1-8.
- [14] 西藏自治区统计局,国家统计局西藏调查总队.2024年西藏自治区国民经济和社会发展统计公报[N].西藏日报(汉),2025-04-05(004).
- [15] 王建林,胡书银,栾运芳,等.西藏白菜型油菜资源及其分布规律的研究[J].西藏科技,2002(11):60-62.
- [16] 李锋,张春雷,李光明.栽培措施对直播油菜冬前生物学性状及产量的影响[J].中国油料作物学报,2005,27(6):40-45.
- [17] 曾细华,骆赞磊,胡金和,等.播期和播量对早熟油菜青杂131主要经济性状及产量的影响[J].河北农业科学,2012,16(7):24-27.
- [18] 肖小军,韩德鹏,周会议,等.甘蓝型油菜千粒重全基因组关联分析[J].中国油料作物学报,2023,45(3):510-517.
- [19] 石玉兰.武威市冷凉灌区优质油菜栽培技术[J].甘肃农业科技,2003(4):21-22.
- [20] 许寿增,黎青,徐立军,等.撒直播油菜不同播期的播种量试验[J].浙江农业科学,2004(6):326-328.
- [21] 沈娴,张建英,王瑞森,等.浙北地区春播油菜品种和密度对产量的影响[J].中国农机推广,2025,41(6):33-37.
- [22] 候燕,候剑.油菜不同种植方式的产量及经济效益研究[J].耕作与栽培,2004(5):21-22.
- [23] 张晓龙,何俊龙,宋海星,等.播期、密度和施肥量对直播油菜重要农艺性状与产量的影响[J].中国土壤与肥料,2014(5):70-74.
- [24] 刘征,黄晓磊,姜立云,等.中国蚜虫类昆虫物种多样性与分布特点(半翅目,蚜总科)[J].动物分类学报,2009,34(2):277-291.
- [25] 徐子英,马龙.蚜虫在不同作物上的发生危害调查及研究[J].农业与技术,2025,45(15):10-15.
- [26] 曹均,白寅生,师尚义,等.甘蓝型杂交油菜丰产栽培技术[J].甘肃农业科技,2004(8):18-19.
- [27] 虹桥,赖莹,母娜,等.密度对不同株高油菜冠层结构与群体光合能力的影响[J].浙江农业学报,2022,34(3):419-427.
- [28] 田敏,钟颖,王红妮,等.不同品种油菜产量构成、倒伏特征及品质特性对弱光胁迫的响应[J].湖南师范大学自然科学学报,2021,44(3):40-46.