

# 优质中早熟甘蓝型油菜“大地95” 西藏半高寒农区产量因素及产量构成研究

尼玛次仁<sup>1</sup>,南志强<sup>1</sup>,华水金<sup>2</sup>,袁玉婷<sup>1</sup>,李施蒙<sup>1</sup>,唐琳<sup>1</sup>,王晋雄<sup>1</sup>

(1.西藏自治区农牧科学院农业研究所,西藏拉萨 850000;2.浙江省农业科学院作物与核技术利用研究所/浙江省数字旱粮重点实验室,浙江杭州 310021)

**摘要:**运用中早熟双低油菜“大地95”在西藏半高寒生态农区设置不同的播期、密度,寻求适应该区域的栽培模式来提升优质油菜覆盖率。采用随机区组设计,设3次重复,采用两个品种“大地95”、“拉孜小油”(ck)按照试验设计主要因素分为播期、播量,两因素都设置3个播期水平(T1、T2、T3分别为大地95的3个播期t1、t2、t3分别为拉孜小油的3个播期),并通过播期和密度来研究中早熟甘蓝型油菜“大地95”在西藏半高寒农区的最佳播量和播期。在设置的播期、密度试验中,最佳处理为产量最高的第二播期5月21日播种,生育期为131 d,处理T2ρ1(12.02 kg),2 732.7 kg/hm<sup>2</sup>,在该处理下甘蓝型油菜“大地95”产量最高,3个播期综合平均产量中第二播期也属最高。最佳密度为15 kg/hm<sup>2</sup>(这密度同时取决于种子出苗率和当地栽培条件)白菜型油菜“拉孜小油”产量最高的处理为5月28日播种,生育期为114 d,处理t3ρ1达到10.22 kg/小区,2 162.1 kg/hm<sup>2</sup>,3个播期综合平均产量基本持平,3个密度中小区产量与分支数、单株角果数、单株产量呈显著正相关。结果表明,3个播期当中第一、第二自然成熟,第三播期成熟度达到80%,最佳播期为第二播期5月21日,3个密度配比中22.5 kg/hm<sup>2</sup>最佳,因此建议半高寒农区早熟甘蓝型油菜在适当的早播情况下,应重视分支数和单株有效角果数的培育。

**关键词:**半高寒;油菜;播期;密度;栽培技术

中图分类号:S634.3

文献标识码:A

## Effects of High-Quality Early-maturing Brassica napus “Dadi 95” on Yield Components and Formation in Semi-Alpine Farmlands of Xizang

Nimaciren<sup>1</sup>, NAN Zhiqiang<sup>1</sup>, HUA Shuijin<sup>2</sup>, YUAN Yuting<sup>1</sup>, LI Shimeng<sup>1</sup>, TANG Lin<sup>1</sup>, WANG Jinxiong<sup>1</sup>

(1. Institute of Agricultural, Xizang Autonomous Region Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Lhasa Xizang 850000, China; 2. Institute of Crops and Nuclear Technology Utilization, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences/Zhejiang Key Laboratory of Digital Uplandcrop, Hangzhou Zhejiang 310021, China)

**Abstract:** To address the demand for improving high-quality rapeseed coverage in Xizang's semi-alpine cold farming areas (a major grain and oil production region where low-yielding rapa-type rapeseed dominates), this experiment aimed to optimize the cultivation mode of the medium-early maturing double-low napus-type rapeseed ‘Da Di 95’ by testing different sowing dates and seeding rates. The study used a randomized complete block design with three replications, involving two varieties: ‘Da Di 95’ (test) and ‘La Zi Xiao You’ CK, rapa-type. Two main factors were tested: sowing date (three levels: T1-T3 for ‘Da Di 95’; t1-t3 for ‘La Zi Xiao You’) and seeding rate (three levels). For ‘Da Di

收稿日期:2025-08-28

基金项目:优质早熟甘蓝型油菜“大地95”在西藏半高寒农区栽培集成技术研究项目(2021-XZNYS-TCXM-0009);国家油菜产业技术体系专项(CARS-12)。

作者简介:尼玛次仁(1983—),男,副研究员,主要从事油菜育种研究,E-mail:niycila@163.com。

通信作者:王晋雄(1982—),男,副研究员,主要从事油菜育种研究,E-mail:wjxwang9619@163.com。

95', the highest yield was achieved in treatment T2p1 (second sowing date, 21 May) with a 131-day growth period, reaching 12.02 kg per plot and 2 732.7 kg/hm<sup>2</sup> 182.18 kg/mu. The second sowing date also had the highest average yield across all three sowing dates. The optimal seeding rate was 15 kg/hm<sup>2</sup> (1 kg/mu), though this depends on seed emergence and local conditions. For the CK 'La Zi Xiao You' (rapa-type), the highest yield was recorded in treatment t3p1 (third sowing date, 28 May) with a 114-day growth period, achieving 10.22 kg per plot and 2 162.1 kg/hm<sup>2</sup> 144.14 kg/mu, with consistent average yields across sowing dates. Results showed the first and second sowing dates allowed full maturity of 'Da Di 95', while the third achieved only 80% maturity-confirming the second sowing date (21 May) as optimal. Plot yield was significantly positively correlated with branch number, effective siliques per plant, and single-plant yield across seeding rates, with 22.5 kg/hm<sup>2</sup> being the optimal seeding rate. Therefore, for early-maturing napus-type rapeseed in semi-alpine cold areas, appropriate early sowing combined with enhancing branch and effective silique formation is key to improving yield.

**Key words:** semi-alpine cold; rapeseed; sowing date; seeding rate; cultivation techniques

西藏油菜产区面积约 2 万 hm<sup>2</sup>, 全区常住人口 350.56 万人。根据 2019 年西藏自治区国民经济和社会发展统计年报, 2019 年全区油菜总产量为 5.69 万 t。根据人体膳食需求, 西藏全年需 31.94 万 t 菜籽才能保障全区人口对菜籽油的需求, 特别是优质双低菜籽油的需求量很大。目前西藏主要种植的油料作物为油菜, 除去西藏河谷农区、藏东南农区, 西藏半高寒农区日喀则市油菜种植面积达 7 300 hm<sup>2</sup>, 占全区油菜种植总面积的 36.50%<sup>[1]</sup>。该区域海拔高、气候冷凉, 全年活动积温少, 具有早熟生物学特性的白菜型油菜目前仍为该区域主要栽培品种。白菜型油菜产量低, 平均产量为 1 650 kg/hm<sup>2</sup>; 品质劣、脂肪酸组成不合理, 不符合人体营养和健康需求; 菜饼硫苷含量高, 富含蛋白质的饼粕不宜用作饲料; 易倒伏, 产量损失大, 整体种植效益不高, 迫切需要适应中高海拔地区的优质早熟甘蓝型油菜品种。日喀则半高寒高原特殊的气候条件(如气温偏低、无霜期短等)限制了其油菜种植业的发展<sup>[2]</sup>。在前期“大地 95”区域适应性研究试验中<sup>[3]</sup>, 早熟甘蓝型油菜“大地 95”的平均产量为 2 460 kg/hm<sup>2</sup>, 比当地品种(主推品种 & 本地品种)增产 30% 以上; 品质优、脂肪酸组成合理, 人体不利脂肪酸(芥酸)含量低, 有益脂肪酸(油酸)含量高, 成品优质菜油是最符合人体营养和健康需求的植物食用油; 抗倒伏。甘蓝型油菜“大地 95”增产增效效果显著, 可以在河谷农区、半高寒农区通过合理的栽培技术实现增产提质, 但在藏西南半高寒农区还未进行完整的区域适应性试验。

本研究在西藏半高寒农区海拔 3 800~4 000 m 气候环境下, 设置不同种植密度、不同播期试验, 确定不同海拔、气候生态环境下“大地 95”的适宜增产增效栽培技术。通过“大地 95”配套栽培技术的应用, 进一步挖掘“大地 95”增产潜力, 实现西藏半高寒农区油菜种植水平提升及油菜产业增产提质的双重跨越。通过在西藏海拔 3 800~3 950 m 半高寒农区种植优质甘蓝型油菜“大地 95”, 并对其播期、密度进行研究, 探寻该品种在半高寒农区的最佳播期、播种密度, 为后续扩大种植面积、增加优质油菜覆盖率、增强农户种植优质油菜的欲望和接受率、进而为半高寒农区逐步实现优质、高产油菜的替换和覆盖提供技术支撑和参考价值。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料品种为甘蓝型油菜“大地 95”, 对照(ck)为白菜型油菜“拉孜小油”。“大地 95”是西藏自治区农牧科学院农业研究所和中国农业科学院油料作物研究所共同育成的双低中早熟甘蓝型油菜, 现阶段主要推广区域为西藏河谷农区和少量优异生态区的半高寒农区; “拉孜小油”是西藏日喀则拉孜县及日喀则半高寒和高寒区域推广的早熟和抗性较强的本地资源品种。

试验地块分为两点: 第一点位于西藏日喀则白朗县噶东镇吉雄村, 海拔 3 877.6 m, 属高原温带季风半干旱气候, 气候干燥, 太阳辐射强, 日照充足, 昼夜温差大, 干湿冷暖季节分明, 土壤以砂壤土为主, 肥力中等, 前茬为青稞。采用开沟条

播方式,全生育期灌水3次,用吡虫啉防治蚜虫,高效盖草能除草。第二个点位于西藏日喀则拉孜县拉孜镇措布村,海拔3 991.9 m,属高原温带季风半干旱气候,气候干燥,太阳辐射强,日照充足,昼夜温差大,干湿冷暖季节分明,土壤有机质含量低、耕层薄、养分贫瘠,试验耕地水利设施配套不完善,土壤盐碱程度高,前茬为青稞。采用开沟条播方式,全生育期灌水3次,用吡虫啉防治蚜虫,高效盖草能除草。后续因出苗率、土壤板结等原因,该点的数据无法纳入到试验数据分析当中,因此建议在半高寒的拉孜县种植早熟甘蓝型油菜,前期可适当施入有机肥料,以提高土壤的综合稳定性指数和渗透率,从而促进作物的可持续生产<sup>[4]</sup>。长期施用有机肥可显著提高土壤大团聚体比例,进而改善土壤结构<sup>[5]</sup>。在缓解土壤板结率的同时,结合当地生产生活习惯,摸索出适宜的栽培技术来增加油菜出苗率,为后续生产提供试验数据支撑。

## 1.2 试验方法

试验采用裂区设计,设3次重复。采用两个品种(大地95、拉孜小油)按照试验设计主要因素分为播期、播量,两因素都设置3个播期水平(T1、T2、T3分别为“大地95”的3个播期,t1、t2、t3分别为“拉孜小油”的3个播期)。试验地点分为两点:日喀则市白朗县吉雄村海拔3 877.6 m,经纬度为29.191427° N,89.174791° E,2023年5月14日(早播20/4℃)、5月21日(中播21/6℃)、5月28日(晚播22/7℃);日喀则市拉孜县措布村海拔3 991.9 m,经纬度为29.151265° N,87.73567° E,2023年5月18日(早播17/2℃)、5月25日(中播19/6℃)、6月1日(晚播22/5℃)。每个播期设置3个播种量( $\rho_1$ 、 $\rho_2$ 、 $\rho_3$ ),分别为15 kg/hm<sup>2</sup>、22.5 kg/hm<sup>2</sup>、26.25 kg/hm<sup>2</sup>。试验小区一次性施基肥(复合肥450 kg/hm<sup>2</sup>,有机肥4 500 kg/hm<sup>2</sup>)。2个品种3水平共18个处理,每个处理3次重复,共54个试验小区,行距30 cm,行数20,小区面积为45 m<sup>2</sup>(长6 m×宽7.5 m)。

## 1.3 调查项目及方法

播种后记载每个小区油菜的出苗期、抽薹期、现蕾期、初花期、盛花期、终花期及成熟期。成熟后每小区随机连续选取5株油菜进行考种,

测定株高、分枝部位、分枝数、单株角果数、每角果粒数、千粒质量,收获后测小区实际产量。

干物质分别于2023年9月9日—10月10日成熟期取样,分地上部分和地下部分洗净、烘干并记录生物量,经网袋悬挂风干脱粒后分别统计根、茎秆、籽粒、角壳的生物量。

试验数据和图片采用Excel 2003、DPS V9.01软件进行分析与处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同播期和密度对“大地95”和“拉孜小油”生育期的影响

从表1、图1可以看出,第一播期“大地95”从出苗到成熟总需要138 d,第二播期“大地95”从出苗到成熟总需要131 d,第三播期“大地95”从出苗到成熟总需要132 d,随着播期的推迟,对出苗期到成熟期都有一定的影响。从3个播期的终花期到成熟期来看,5月14日、5月21日、5月28日播种,终花期到成熟期分别为44 d、26 d、30 d,出苗期也从16 d缩短到14 d、12 d。由此可以看出,在适宜的温度情况下,适当早播能在油菜整个生育期充分利用光温优势,促进营养物质不断积累,但是此期间正值日喀则地区的雨季(6月—9月),过高温度和阴雨天气对油菜花期授粉和角果成熟期营养物质转移具有一定的影响,导致生育期拉长,结荚率下降。白朗县从早、中、晚播都有效避开了晚霜和早霜,但由于生产生活习惯在第三播期成熟度达到70%时进行收割脱粒,角果籽粒未能全部饱满导致其产量有所降低。

早熟油菜“拉孜小油”5月14日早播、5月21日中播、5月28日晚播,整个生育期分别为118 d、113 d、114 d,早熟品种在早播条件下提前现蕾且薹期短,花期时长随着播期推迟明显缩短,而成熟期无明显差异,并且在相同的水肥情况下“拉孜小油”中、后期保持了该品种应有的特性,总体产量上无较大差别,并带有一定的倒伏现象(西藏白菜型油菜常见性状)。针对这一现象,相关学者试图通过对白菜型品种进行肥水控制来解决这一问题,但效果并不明显,后续需开展这项研究来解决和挖掘白菜型品种在西藏半高寒农区的潜力。

表 1 不同处理对“大地 95”和“拉孜小油”生育期的影响

月一日

处理	播期	出苗期	抽穗期	现蕾期	初花期	盛花期	终花期	成熟期	全生育期/d
t1ρ1	05-14	05-28	06-11	06-11	06-23	06-27	7-28	09-09	118
t1ρ2	05-14	05-28	06-11	06-11	06-23	06-27	7-28	09-09	118
t1ρ3	05-14	05-28	06-11	06-11	06-23	06-27	07-28	09-09	118
t2ρ1	05-21	06-02	06-17	06-17	06-29	07-05	08-01	09-11	113
t2ρ2	05-21	06-02	06-17	06-17	06-29	07-05	08-01	09-11	113
t2ρ3	05-21	06-02	06-17	06-17	06-29	07-05	08-01	09-11	113
t3ρ1	05-28	06-12	06-28	06-28	07-06	07-17	08-11	09-15	114
t3ρ2	05-28	06-12	06-28	06-28	07-06	07-17	08-11	09-15	114
t3ρ3	05-28	06-12	06-28	06-28	07-06	07-17	08-11	09-15	114
T1ρ1	05-14	05-30	06-27	06-30	07-16	08-05	08-15	09-28	138
T1ρ2	05-14	05-30	06-27	06-30	07-16	08-05	08-15	09-28	138
T1ρ3	05-14	05-30	06-27	06-30	07-16	08-05	08-15	09-28	138
T2ρ1	05-21	06-04	07-09	07-12	07-25	08-24	09-03	09-29	131
T2ρ2	05-21	06-04	07-09	07-12	07-25	08-24	09-03	09-29	131
T2ρ3	05-21	06-04	07-09	07-12	07-25	08-24	09-03	09-29	131
T3ρ1	05-28	06-09	07-12	07-16	07-29	08-28	09-07	10-07	132
T3ρ2	05-28	06-09	07-12	07-16	07-29	08-28	09-07	10-07	132
T3ρ3	05-28	06-09	07-12	07-16	07-29	08-28	09-07	10-07	132
T3ρ1	05-28	06-09	07-12	07-16	07-29	08-28	09-07	10-07	132

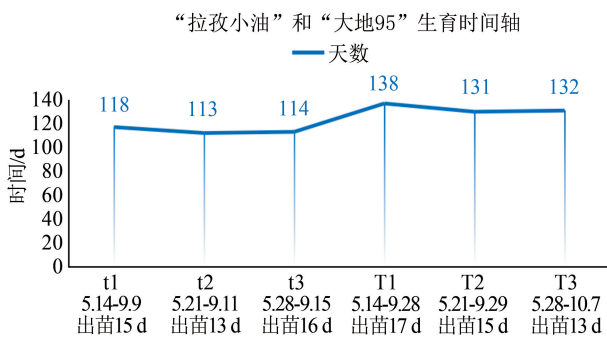


图 1 “拉孜小油”和“大地 95”生育时间轴

## 2.2 播期、播种量对“大地 95”“拉孜小油”农艺性状及产量性状的方差分析

由表 2 可以看出，“大地 95”在不同播期和密度情况下株高、分支部位、分支数达到了显著差异水平和极显著差异水平，单株角果数在不同播期情况下达到了显著差异水平，每角果粒数在不同播期和密度情况下达到了显著差异水平，小区产量在不同播期和密度情况下达到了显著差异水平。

“拉孜小油”在不同播期和密度情况下株高

达到了显著差异水平和极显著差异水平，分支部位、分支数、单株角果数、每角果粒数、小区产量在不同播期和密度情况下无显著差异。

从“大地 95”农艺性状分析数据来看，株高变幅为 130.4~169.80 cm，处理 T2ρ1 与 T1ρ2、T1ρ3 达到了显著差异水平，其中处理 T1ρ2、T2ρ1 达到了极显著差异水平。分支部位变幅为 45.27~93.20 cm，处理 T3ρ3 与 T1ρ1、T1ρ2 达到了显著差异水平，处理 T1ρ2 与 T2ρ3、T3ρ2、T3ρ3 达到了显著差异水平，其中 T1ρ2 与 T2ρ3、T3ρ3、达到了极显著差异水平。分支数变幅为 1.93~4.0 个，其中处理 T1ρ2 与 T2ρ1、T2ρ2、T2ρ3、T3ρ1 达到了显著水平，处理 T1ρ2 与 T2ρ1 达到了极显著差异水平。单株角果数变幅为 60.13~205 个，处理 T2ρ1 与处理 T3ρ1 达到了显著差异水平，与其他处理无差异。每角果粒数变幅为 21.80~26.20 个，处理 T1ρ2-T2ρ3 达到了显著差异水平，与其他处理无差异。小区产量变幅为 5.90~12.02 kg，处理 T2ρ1 与 T3ρ1、T3ρ2、

T3ρ3 达到了显著差异水平。

由“拉孜小油”农艺性状分析数据可知,株高变幅为 96.87~121.93 cm,处理 t1ρ1、t1ρ2、t1ρ3 与处理 t2ρ3、t3ρ3 达到了显著差异水平,处理 t1ρ2、t1ρ3 与 t2ρ1、t2ρ2、t3ρ1、t3ρ2 达到了显著差异水平,与处理 t1ρ2 达到了极显著差异水平。分支部位变幅为 17.60~32.33 cm,从方差分析

来看每个处理间无显著,分支数变幅为 3.27~6.40 个,每个处理间无显著差异。单株角果变幅为 89.33~192.40 个,每个处理间无显著差异。每角果粒数变幅为 12.40~18.87 个,每个处理间无显著差异。小区产量变幅为 6.39~10.22 kg,从方差分析结果来看每个处理间无显著差异。

表 2 播期、播种量对“大地 95”和“拉孜小油”产量及构成因素的影响

处理	株高/cm	分枝部位/cm	分枝数	单株角果数	每角果粒数	千粒质量/g	小区产量/kg	折 667 m <sup>2</sup> 产量/(kg·667 m <sup>-2</sup> )	排序
T1ρ1	143.53abcAB	60.33bcAB	2.80abAB	104.73bAB	22.33abA	4.55	8.40abA	127.28abA	11
T1ρ2	130.40cB	45.27cB	1.93bB	60.13bB	21.80bA	4.53	8.92abA	135.11abA	7
T1ρ3	140.07bcAB	66.80abcAB	2.73abAB	87.60bAB	23.53abA	4.45	10.22abA	154.86abA	2
T2ρ1	169.80aA	76.93abcAB	4.00aA	205.00aA	24.60abA	4.25	12.02aA	182.18aA	1
T2ρ2	161.93abAB	75.93abcAB	3.53aAB	107.93bAB	23.33abA	4.43	9.30abA	140.91abA	6
T2ρ3	164.80abAB	89.60abA	3.73aAB	115.33bAB	26.20aA	4.58	8.89abA	134.60abA	8
T3ρ1	160.07abAB	73.33abcAB	3.67aAB	129.40abAB	25.07abA	4.08	5.90bA	89.40bA	18
T3ρ2	162.73abAB	85.33abAB	3.00abAB	86.47bAB	23.47abA	4.13	6.63bA	100.46bA	15
T3ρ3	164.87abAB	93.20aA	3.20abAB	105.80bAB	22.93abA	3.43	6.58bA	99.70bA	16
t1ρ1	108.27bcAB	18.33aA	5.80aA	161.40abA	16.40abAB	4.5	8.08aA	122.43aA	12
t1ρ2	98.33cdB	29.87aA	3.27bA	89.33bA	15.73abAB	4.58	9.70aA	146.98aA	3
t1ρ3	96.87dB	20.60aA	5.00aAB	130.87abA	14.47abAB	4.48	7.74aA	117.28aA	13
t2ρ1	114.60abA	17.6aA	5.87aA	171.60abA	18.87aA	4.18	7.39aA	111.98aA	14
t2ρ2	117.33abA	23.13aA	5.87aA	192.40aA	15.97abAB	4.08	8.67aA	131.37aA	10
t2ρ3	119.93aA	25.85aA	6.40aA	153.73abA	14.47abAB	4.28	9.38aA	142.13aA	5
t3ρ1	115.00abA	26.00aA	5.20aAB	150.80abA	14.13bAB	4.08	10.22aA	144.14aA	4
t3ρ2	115.60abA	32.33aA	5.73aA	127.20abA	13.67bAB	4.5	8.67aA	132.30aA	9
t3ρ3	121.93aA	33.13aA	5.33aAB	125.33abA	12.40bB	4.5	6.39aA	96.82aA	17

注:同列数据后小写英文字母不同者表示差异显著,大写字母不同表示差异极显著。

由图 2 可知 第一播期甘蓝型油菜虽然生育期最长,但分支数、单株角果数、每角果粒数随着温度和湿度的影响各个关键性状并未达到理想效果。第二播期分支数、单株角果数、每角果粒数最高,适宜的光温资源促使油菜增加了出苗利率、缩短了出苗时间并成功避开了日喀则(8—9月)连续降雨期,减少了连续阴雨渍害对关键性状的影响,从而达到了该品种应有的产量。第三播期虽然出苗期加快,但在成熟期没有足够的温度和光能促使角果营养不断累积和填满,还有一部分未能充分成熟导致产量受到影响。

由图 3 可知,随着播量的增加抑制了品种

发挥单株优势,减少了品种分支数、单株角果数、每角果粒数、小区产量<sup>[6-7]</sup>,因此西藏半高寒农区油菜推迟播种时,按照品种的特性要适当增加或减少播种量以调整群体密度,保证群体产量的发挥<sup>[8-9]</sup>。

### 2.3 播期、播种量对“大地 95”和“拉孜小油”产量及构成因素的影响

从表 2 可以看出,不同播期和密度设置的 18 个处理中,产量最高的是处理 T2ρ1(12.02 kg), 2 732.7 kg/hm<sup>2</sup>,较平均值高 41.41%,产量最低的是处理 t3ρ3(5.90 kg), 1 341 kg/hm<sup>2</sup>,较平均值低 30.58%。

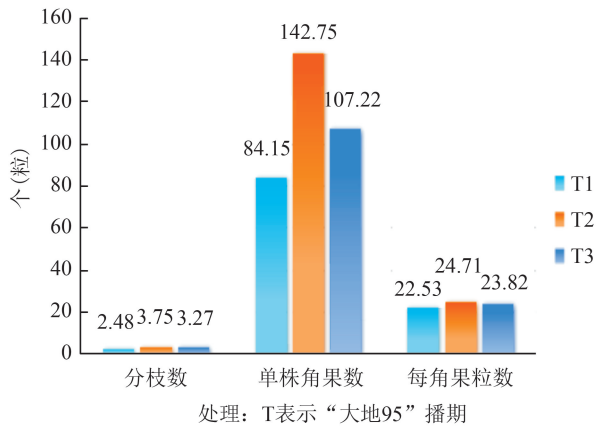


图 2 播期对“大地 95”主要农艺性状的影响

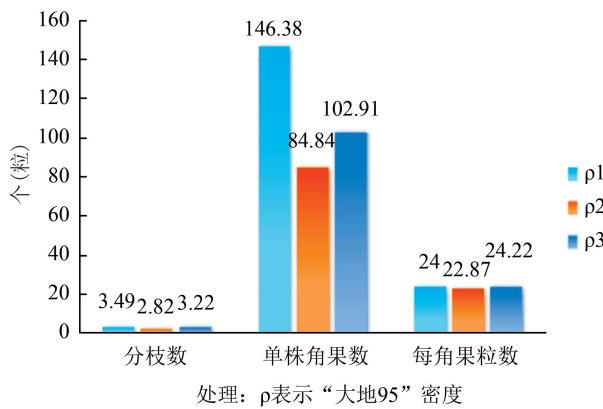


图 3 密度对“大地 95”主要农艺性状的影响

①第一个播期 5 月 14 日,小区产量区间在 7.74~10.22 kg,最高的是处理 T1ρ3 达到 10.22 kg/小区,2 322.9 kg/hm<sup>2</sup>。每角果粒数达到 23.53 颗,较平均值高 23.58%,千粒质量 4.45 g,较平均值低 1.43%。产量最低的是 t1ρ3 达到 7.74 kg/小区,1 759.2 kg/hm<sup>2</sup>,每角果粒数达到 14.47 颗,较平均值少 24%。说明在具备适宜的早播条件下播种可以有效增加甘蓝型油菜“大地 95”所需要的足够积温,并对分支数和单株有效角果数有明显的影 响,产量与积温、日照时数呈极显著正相关。从图 4 可以看出,由于田间管理和 8—9 月持续降雨的原因,甘蓝型油菜“大地 95”第一播期在 8 月遇上 19 d 的雨期,导致结荚期涝渍对油菜产量影响较大,“大地 95”的分支数和结角层密度没有达到预期效果。从“拉孜小油”的数据分析结果来看,早播和适量增加密度

条件下该品种各项性状和产量无明显的变化,在其早熟情况下也无法达到所期待的丰产。

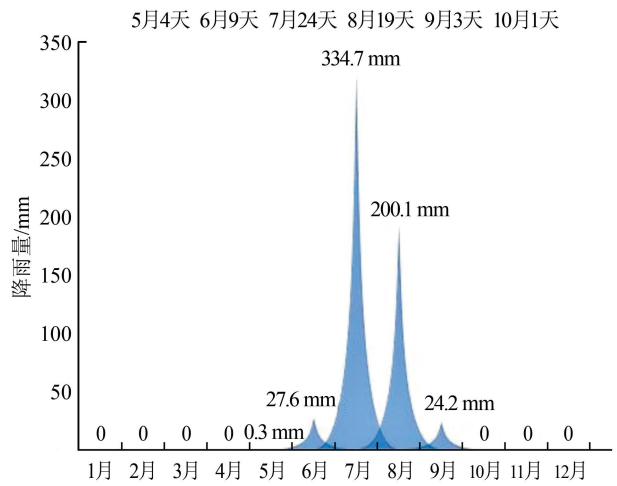


图 4 日喀则地区 2023 全年降雨量

②第二个播期(图 5、图 6、图 7)5 月 21 日,小区产量区间在 7.39~12.02 kg,最高的是处理 T2ρ1 达到 12.02 kg/小区,2 732.7 kg/hm<sup>2</sup>,产量较平均值高 41.41%,单株角果数达到 205 个,较平均值高 30.14%,每角果粒数达到 24.6 粒,较平均值高 19.59%。处理 T2ρ2 达到 9.30 kg/小区,2 113.7 kg/hm<sup>2</sup>,较均值高 0.22%,每角果粒数达到 23.33 粒,较均值高于 13.42%。第二播期产量最低的是处理 t2ρ1 达到 7.39 kg/小区,1 679.7 kg/hm<sup>2</sup>,产量较平均值低 13.05%,单株角果粒数达到 18.87 粒,较均值低 8.26%。由此可以看出,在中播温度适宜情况下“大地 95”生育期缩短的同时,适当的播种量情况下品种的产量达到最高。

③第三播期 5 月 28 日,小区产量区间在 5.9~10.22 kg,产量最高的处理 t3ρ1 达到 10.22 kg/小区,2 162.1 kg/hm<sup>2</sup>,产量较平均值高 38.1%,单株角果数 150.80 个,较平均值高 24.8%。产量最低的处理 T3ρ1 为 5.9 kg/小区,1 341 kg/hm<sup>2</sup>,产量较平均值低 20.27%。在晚播情况下,“拉孜小油”由于自身早熟的特性不太受播期限 制,它能正常完成籽粒灌浆和成熟;但“大地 95”因当地气温降低和生产生活习惯无法持续完成籽粒填满与绝对成熟,因此在千粒质量下降的同时总体产量也下降。

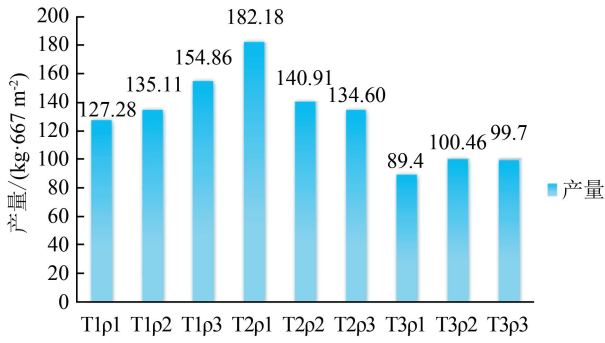


图 5 “大地 95”不同播期和密度对产量的影响

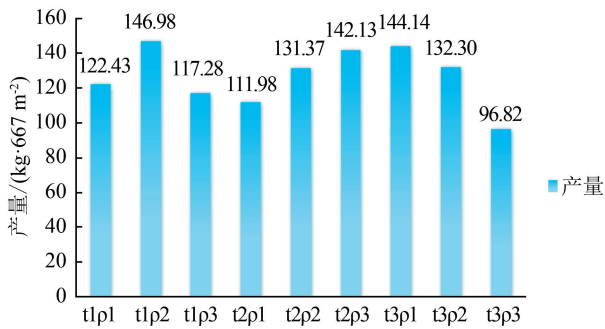


图 6 “拉孜小油”不同播期和密度对产量的影响

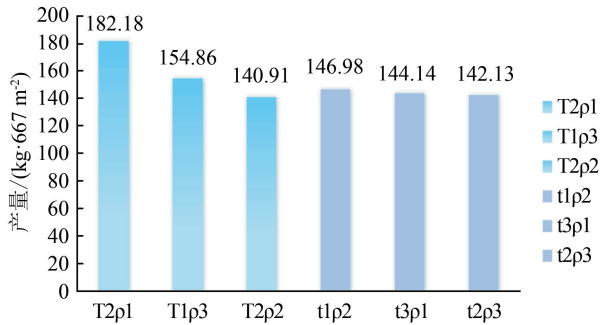


图 7 播期和密度试验对“大地 95”

和“拉孜小油”的产量对比

### 2.4 播期、播种量对“拉孜小油”和“大地 95”干物质分配的影响

由图 8、图 9 可以看出,播期对油菜产量和成熟期各部分干物质分配有较大的影响,从“拉孜小油”成熟期各部分干物质分配来看,3 个播期和密度设置中“拉孜小油”角果皮和籽粒对干物质整体分配影响最高,其中 t2p2、t2p3、t3p2、t3p3 角果皮对干物质整体分配影响分别达到 42.20%、37%、38.66%、42.52%;籽粒对干物质整体的分配影响中,t2p1 最高达到 38.58%,其次为 t3p2、

t3p3,分别为 37.01%、37.59%。由此可知,本地油菜随着播期延迟、密度增加,增加了角果皮、籽粒在成熟期干物质分配的力度,与甘蓝型油菜相比,本地油菜成熟期地上部分植株干物质分配比例相对略低,但在成熟期果皮、籽粒干物质分配比例高于甘蓝型油菜<sup>[10-11]</sup>,经推测本地油菜由于早熟原因,在 3 个播期内均能完成营养生长、生殖生长累积,并能达到完全成熟。

从“大地 95”成熟期各部分干物质分配来看,第二、第三播期和密度设置中,秸秆和角果皮对整体干物质的分配影响最高。其中,秸秆对干物质整体分配影响中 T2p1 最高达到 50.79%、其次为 T2p3、T3p1、T3p3,分别为 44.15%、45.97%、40.21%,并达到显著差异。角果皮对干物质整体分配影响中 T3p2 最高,达到 30.96%、其次为 T2p2、T3p3、T2p3、分别为 30.34%、30.16%、28.46%。

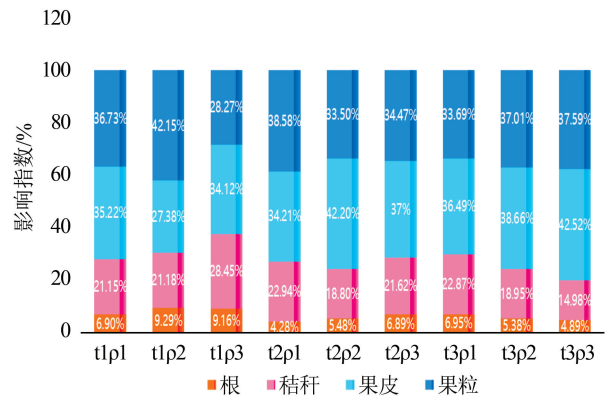


图 8 播期和密度对“拉孜小油”成熟期各器官干物质分配的影响

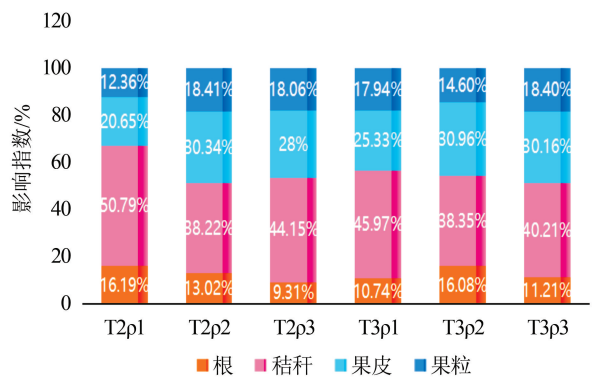


图 9 播期和密度对“大地 95”成熟期各器官干物质分配的影响

角果皮、角粒、秸秆成熟期干物质分配比例

随着播期推迟而增加<sup>[12-13]</sup>,推测是因为早、中播油菜前期生长旺盛,促进营养器官形成,早播油菜提前进入衰老成熟阶段,干物质质量持续下降。晚播油菜即使在角果期仍有较多叶片进行光合作用储存碳水化合物,虽然晚播甘蓝型油菜通过强化生殖生长来促进籽粒形成,但处在不足以完成灌浆的积温内,并未完全成熟造成产量损失,因而未达到丰产水平。

### 3 讨论与结论

#### 3.1 讨论

不同播期和密度下油菜生长发育差异的原因分析与讨论。

播期和密度作为油菜种植技术的一个重要组成部分<sup>[14]</sup>,显著影响油菜的生长发育,并且对油菜养分累积和产量的影响具有重要意义。本试验通过对优质双低中早熟油菜“大地 95”和本地品种“拉孜小油”播期和密度的研究,试图解决和寻找适合半高寒农区海拔 3 800~3 900 m 区域的优质中早熟甘蓝型油菜最佳播种时间和密度来提升该区域的优质油菜覆盖率。在研究中得知,播期推迟、油菜物质生产能力下降、物质运输效率下降、导致分支数减少。通过对“大地 95”和播期和密度的设置试验<sup>[15]</sup>,可以看出在适宜的温度情况下适当早播能在油菜整个生育期充分利用光温优势,促进营养物质快速积累,同时后期能避免过高温和持续阴雨天气对油菜花期授粉和角果成熟期营养物质转移的影响。第二播期在气温上升情况下播期推迟,全生育期缩短,并在绝对无霜期仅有 130~150 d 的白朗县早、中、晚播都可以有效避开晚霜和早霜,但由于气候生态和生产生活习惯导致第三播期成熟度达到 80% 时进行收割脱粒,角果籽粒未能达到应有灌浆效果导致其产量有所降低。过度早播会影响油菜出苗率并存在遭遇晚霜的危险;过度晚播会与老百姓的生产生活规律不符,并在农忙期忽略田间管理导致减产<sup>[16]</sup>,因此春播时间需要因时制宜地按照藏民族《西藏天文气象历书》的时间进行农事活动,它是结合传统生产习俗和生

产实践形成的一套特定农作物种植时间点,因此油菜播期也可以按照此气象历书在温度适宜情况下适当安排早播(总结得出的早播时间以当地青稞播种时间为准)可以有效地增加光、温和干物质的累积,并最大限度地提高油菜产量<sup>[17]</sup>。前人研究表明,对油菜产量的影响效应从大到小依次表现为种植密度、播种期、施肥量,本试验结果得知播期对油菜产量影响最大,适期早播可以最大限度提高油菜产量,这与前人研究结果<sup>[18-21]</sup>一致。

播期和密度对油菜产量和成熟期各部分干物质分配有较大的影响。从试验中可以看出,两个品种在早播、中播、晚播 3 个播期的成熟期在油菜干物质分配影响中“大地 95”在秸秆、角果皮时期分配比例最大,并在中播时秸秆、角果皮、籽粒的分配比例达到峰值,并在适宜期间顺利完成了角果的养分累积和饱满成熟,因此对产量没有太大的影响。甘蓝型晚播油菜即使在角果期仍有较多的叶片、秸秆进行光合作用来储存碳水化合物,并通过强化生殖生长来促进籽粒形成。但随着气温逐渐降低和田间管理等原因,无法让晚播油菜角果籽粒达到应有的饱满和养分累积,导致在收获时出现较多的瘪粒,造成产量损失。

#### 3.2 结论

在西藏海拔 3 800~3 950 m 区域半高寒农区种植甘蓝型油菜时,适当早播可以提高油菜产量。甘蓝型油菜早播,并在相同的光温条件下适当提高播种量,可以有效增加产量。晚播期间的高肥水虽然可使植株生长旺盛,但超过气温临界点不利于群体产量发挥。甘蓝型油菜“大地 95”在本试验设置的播期、密度中,最佳处理为产量最高的第二播期 5 月 21 日播种,生育期为 131 d, T2 $\rho$ 1(12.02 kg), 2 732.7 kg/hm<sup>2</sup>,在该处理下甘蓝型油菜“大地 95”产量最高,3 个播期综合平均产量中第二播期也最高,最佳密度为 15 kg/hm<sup>2</sup>(该密度取决于种子出苗率和当地栽培条件)。对照白菜型油菜“拉孜小油”产量最高的处理为 5 月 28 日播种,生育期为 114 d, t3 $\rho$ 1 达到

10.22 kg/小区, 2 162.1 kg/hm<sup>2</sup>, 3个播期综合平均产量基本持平, 3个密度配比中 22.5 kg/hm<sup>2</sup>最佳。本研究结果表明, 小区产量与分支数、单株角果数、单株产量呈显著正相关, 因此半高寒农区油菜应重视分支数和单株有效角果数的培育。

西藏半高寒农区海拔气温差异较大, 今后还需针对不同海拔环境及气候生态情况制定和选择与当地相适应的品种, 以及与其配套的油菜栽培技术, 为该区域实现优质、高产油菜替换和覆盖提供技术支撑和参考价值。

#### 参考文献:

- [1] 华水金, 杨勇, 唐琳, 等. 西藏油菜产业现状及发展建议[J]. 西藏农业科技, 2022, 44(3): 1-6.
- [2] 王晋雄, 袁玉婷, 尼玛次仁, 等. 双低油菜新品种“大地 95”区域适应性研究[J]. 西藏农业科技, 2019, 41(S1): 27-32.
- [3] 杨国浪. 制约西藏日喀则市甘蓝型油菜种植的因素与对策分析[J]. 西藏农业科技, 2019, 41(S1): 152-157.
- [4] 李庆生. 生态原理与油菜优化群体质量栽培技术[J]. 中国农村小康科技, 2005(7): 31-32, 44.
- [5] 金亚波, 寇智瑞, 韦建玉, 等. 有机物料对黄壤烟田土壤团聚体组成及土壤肥力的影响[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2020, 42(8): 9-16.
- [6] 王小霞, 刘自刚, 田海燕, 等. 冬播甘蓝型油菜生育期进程及生理生化特性[J]. 西南农业学报, 2024, 37(7): 1459-1470.
- [7] 赵凯琴, 张玉松, 燕林祥, 等. 种植密度和施氮量对油菜生长发育及产量的影响[J]. 农学学报, 2024, 14(1): 22-28.
- [8] 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.
- [9] 何泽威. 播期期阴雨渍害对油菜产量、品质的影响[D]. 荆州: 长江大学, 2023.
- [10] 廖桂平, 官春云. 不同播期对不同基因型油菜产量特性的影响[J]. 应用生态学报, 2001, 12(6): 853-858.
- [11] 严红梅, 段秋宇, 李虹桥, 等. 密度对甘蓝型矮秆油菜干物质及氮素积累分配的影响[J]. 华北农学报, 2021, 36(S1): 143-148.
- [12] 周燕, 茅一平, 陈旭, 等. 播期、密度、氮肥对直播油菜‘沪油 17’产量的影响[J]. 上海农业学报, 2013, 29(3): 67-69.
- [13] 陆志峰, 鲁剑巍, 任涛, 等. 播期对‘中双 11 号’油菜干物质和养分积累的影响[J]. 中国农学通报, 2014, 30(6): 140-147.
- [14] 蔡晓惠. 播期对关中地区冬油菜籽粒产量和品质的影响[D]. 杨陵: 西北农林科技大学, 2021.
- [15] 中国农业科学院油料作物研究所. 中国油菜栽培学[M]. 北京: 农业出版社, 1990.
- [16] 李莉. 播期、密度对油菜产量和品质及生产潜力影响的研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2005.
- [17] 聂晓玉, 李真, 王天尧, 等. 种植密度对角果期弱光胁迫油菜籽粒油脂积累的影响[J]. 作物学报, 2024, 50(2): 493-505.
- [18] 张小容, 李首成, 董顺文, 等. 影响油菜高产的栽培因子研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(8): 3179-3180, 3184.
- [19] 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.
- [20] 李双, 陈传波, 张薇, 等. 播期与品种对直播油菜抗倒伏、物质积累和产量的影响[J]. 四川农业科技, 2020(3): 19-22.
- [21] 史立东, 胥婷婷, 张洋, 等. 有机肥替代化肥对白菜型春油菜产量和效益的影响[J]. 青海农林科技, 2022(2): 24-27, 56.