

# 密度对叶芥产量的影响

刘独臣<sup>1,2</sup>, 严奉君<sup>1,2</sup>, 蔡鹏<sup>1,2</sup>, 杨宏<sup>1,2</sup>, 梁根云<sup>1,2</sup>, 刘小俊<sup>1,2</sup>, 房超<sup>1,2</sup>, 李跃进<sup>1,2</sup> (1. 四川省农业科学院园艺研究所, 蔬菜种质与品种创新四川省重点实验室, 四川成都 610066; 2. 农业部西南地区园艺作物生物学与种质创制重点实验室, 四川成都 610066)

**摘要** 在延迟播期的栽培条件下, 研究播种密度对叶芥不同品种株高、开展度等农艺性状及产量性状的影响。结果表明, 不同播种密度对紧凑型品种(A2)株高、开展度、单株质量的影响较小, 对开展型品种(A1)产量、株高的影响小, 但开展度和单株质量均显著下降; 随着栽培密度的增加, 叶芥产量增加, 紧凑型品种(A2)在低密度区增产率比开展型品种(A1)低, 但在高密度区增产率比开展型(A1)品种高。在延迟播期的情况下, 紧凑型品种(A2)更适合通过提高种植密度获得高产。

**关键词** 叶芥; 栽培密度; 农艺性状; 产量

**中图分类号** S637.2 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2020)03-0048-02

**doi:** 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.03.015



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

## Effect of Sowing Density on Yield of Leaf Mustard

LIU Du-chen<sup>1,2</sup>, YAN Feng-jun<sup>1,2</sup>, CAI Peng<sup>1,2</sup> et al (1. Horticultural Institute, Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Vegetable Germplasm Innovation and Variety Improvement Key Laboratory of Sichuan Province, Chengdu, Sichuan 610066; 2. Key Laboratory of Biology and Genetic Improvement of Horticultural Crops(Southwest Region), Ministry of Agriculture, Chengdu, Sichuan 610066)

**Abstract** Under the condition of delayed sowing date, the effects of sowing density on different agronomic traits (such as plant height, diameter and so on) and yield traits of two cultivars of leaf mustard were analyzed. The results showed that different sowing densities had little effect on plant height, degree of development and individual plant quality of compact cultivar (A2), besides had little effect on yield and plant height of expanded cultivar (A1), the degree of development, individual plant quality of expanded cultivar (A1) decreased significantly. The yield of different cultivars increased with the increase of planting density. Compact cultivar (A2) showed lower yield increase in low density area than expanded cultivar, and higher yield increase in high density area than developing cultivar. Compact cultivar (A2) was more suitable for high yield in high density planting with delayed sowing date.

**Key words** Leaf mustard; Planting density; Agronomic characters; Yield

叶芥是四川泡菜主要的原料之一<sup>[1]</sup>, 在四川盆地普遍栽培, 9月上旬(白露前后)播种, 此时高温高湿气候条件适宜根肿病发生, 危害严重。适当推迟播期, 可明显地提高芥菜控害效果<sup>[2-3]</sup>。但延迟播期会引起产量损失<sup>[4-7]</sup>, 减少农民收益, 也不利于新品种新技术的推广。笔者以2个叶芥品种为材料, 在延迟播种情况下, 对株高、开展度等农艺性状以及产量性状进行调查, 以期为高山芥菜错峰栽培技术推广提供理论基础。

## 1 材料与方

**1.1 试验材料** 供试材料根据株型开展度不同, 选择开展型品种‘优选宽叶青1号’(A1)和紧凑型品种‘蜀芥4号’(A2), 2个品种均为四川省农业科学院园艺研究所选育并提供, 为四川省芥菜主要栽培类型。

**1.2 试验方法** 栽培密度设3万株/hm<sup>2</sup>(D1, CK), 5万株/hm<sup>2</sup>(D2), 7万株/hm<sup>2</sup>(D3)3个水平, 株行距分别为0.5 cm×0.6 cm、0.4 cm×0.5 cm和0.33 cm×0.4 cm, 试验小区面积18 m<sup>2</sup>(9 m×2 m), 3次重复。试验采用随机区组设计, 共6个处理, 分别为A1D1、A1D2、A1D3、A2D1、A2D2、A2D3, 选择肥力条件均一的地块, 2016年9月28日播种, 10月28日移栽, 翌年2月20日成熟期收获测产, 除试验处理因素外, 其他田间管理按当年大田生产水平进行常规管理。成熟期在每个

小区选择具代表性的植株5株, 调查相关农艺性状和产量性状。

**1.3 数据统计与分析** 试验数据利用SPSS软件进行方差分析。

## 2 结果与分析

**2.1 栽培密度对叶芥农艺性状的影响** 从表1可以看出, 2个供试品种株高在不同栽培密度下变化不显著, 开展度、叶长和叶宽随着栽培密度的增加而下降, 品种之间差异达极显著水平。其中, 优选宽叶青1号(A1)开展度在密度D1和密度D3条件下差异显著, 叶长、叶宽差异不显著; 蜀芥4号(A2)在3个密度条件下, 株高、开展度、叶长、叶宽差异均不显著。

这表明在4个调查的农艺性状中, 开展度和叶宽受密度变化影响较大, 变异系数分别为10.31%和14.99%, 株高和叶长受栽培密度影响较小, 变异系数分别为4.07%和7.74%。其中, 紧凑型品种(A2)在3个密度条件下, 开展度变异系数为2.73%, 受栽培密度影响小, 株型品种特征保持更好, 更适宜密植。

**2.2 栽培密度对产量的影响** 从表2可以看出, 随着栽培密度的增加, 2个供试品种的单株质量随之下降, 小区产量随之增加。其中, 优选宽叶青1号(A1)随着栽培密度的增加, 单株质量下降, A1D3处理与A1D1、A1D2处理单株质量差异达极显著水平, 蜀芥4号(A2)随着栽培密度的增加, 单株质量下降, 但差异不显著。优选宽叶青1号(A1)小区产量随着栽培密度的增加而增加, A1D3处理与A1D1、A1D2处理小区产量差异达极显著水平。蜀芥4号(A2)小区产量随着栽培

**基金项目** 国家产业技术体系项目(CARS-24-G-19); 四川省科技支撑计划项目(2016NZ0007); 省财政专项资金项目(2016CYTS-008)。

**作者简介** 刘独臣(1977—), 女, 四川达县人, 副研究员, 硕士, 从事蔬菜新品种选育和示范推广研究。

**收稿日期** 2019-07-30; **修回日期** 2019-08-19

密度的增加而增加, A2D3 处理与 A2D1、A2D2 处理小区产量差异达极显著水平。

在低密度区(D1 和 D2), 开展型品种(A1) 比紧凑型品种(A2) 产量增幅大, 增产率分别为 36.04% 和 25.73%。随着密度的增加, 在高密度区(D3), 与 D2 相比, 增产率分别为

34.59% 和 43.65%, 紧凑型品种(A2) 增产率显著高于开展型品种(A1)。表明栽培密度对开展型品种(A1) 单株质量的影响大, 变异系数为 16.39%, 相反, 栽培密度对紧凑型品种(A2) 单株质量的影响小, 变异系数为 6.54%; 紧凑型品种通过高密度种植, 获得高产的潜力更大。

表 1 栽培密度对叶芥农艺性状的影响

Table 1 Effects of cultivation density on agronomic traits of leaf mustard

cm

处理 Treatment	株高 Plant height	开展度 Degree of development	叶长 Leaf length	叶宽 Leaf width
A1D1	52.03±2.46	83.70±3.28 bB	57.90±3.00 bB	40.60±2.28 bB
A1D2	52.53±1.05	81.10±4.71 bB	57.64±1.35 bB	39.88±1.46 bB
A1D3	51.87±2.36	78.83±4.10 bB	57.48±2.42 bB	38.30±4.81 bB
A2D1	50.30±2.65	67.87±2.57 aA	50.40±2.48 aA	30.50±1.71 aA
A2D2	50.73±2.86	67.57±2.35 aA	50.30±3.34 aA	30.30±1.86 aA
A2D3	50.47±1.59	67.27±1.10 aA	50.28±2.05 aA	30.08±1.10 aA
平均值 Average	51.32	74.39	54.02	34.95
标准差 Standard deviation	2.09	7.67	4.18	5.24
变异系数 Coefficient of variation/%	4.07	10.31	7.74	14.99

注: 同列不同大小写字母表示不同处理间差异极显著( $P < 0.01$ ) 和显著( $P < 0.05$ )

Note: Different lowercase letters in the same column mean significant differences between different treatments ( $P < 0.05$ ); different capital letters mean significant differences between different treatments ( $P < 0.01$ )

表 2 栽培密度对叶芥产量的影响

Table 2 Effect of planting density on yield of leaf mustard

处理 Treatment	单株质量 Mass per plant/kg	小区产量 Cell production/kg	增产率 Increase production rate/%	增产率 Increase production rate/%
A1D1	2.10±0.17 bB	122.95±10.76 aAB	—	—
A1D2	1.80±0.26 abB	167.27±10.94 bBC	36.04	—
A1D3	1.60±0.26 aA	225.13±37.40 cD	83.10	34.59
A2D1	1.57±0.12 aA	100.57±5.88 aA	—	—
A2D2	1.70±0.10 aAB	126.45±9.37 aAB	25.73	—
A2D3	1.57±0.06 aA	181.65±13.17 bCD	80.62	43.65
平均值 Average	1.72	154.01		
标准差 Standard deviation	0.25	45.76		
变异系数 Coefficient of variation/%	14.30	29.71		

注: 同列不同大小写字母表示不同处理间差异极显著( $P < 0.01$ ) 和显著( $P < 0.05$ )

Note: Different lowercase letters in the same column mean significant differences between different treatments ( $P < 0.05$ ); different capital letters mean significant differences between different treatments ( $P < 0.01$ )

### 3 讨论

株高和开展度是叶芥重要的农艺性状和衡量植株株型的重要指标<sup>[8]</sup>。该试验结果表明, 随着栽培密度的增加, 株高变化规律不明显, 相互之间差异不显著, 这与在高粱<sup>[9]</sup>、南瓜<sup>[10]</sup>等作物上密度变化会引起株高或高或低的变化, 但差异不显著的结论基本一致。不同品种随着栽培密度的增加植株开展度差异不同, 株型较大的品种随着密度变化, 开展度差异显著, 但紧凑型品种开展度变化小, 表明在同一播种期, 密度对紧凑型整体株型影响较小, 适宜密植。

单株质量是产量的重要构成因素<sup>[11]</sup>。在该试验中, 随着栽培密度的增加, 单株质量降低, 这与油菜上的研究结果一致<sup>[12]</sup>。株型紧凑型品种单株质量受密度影响较小, 在高密度区, 试验小区增产效率高, 紧凑型品种通过高密度种植获得高产潜力更大, 适应性更好。

该试验选用的品种‘优选宽叶青 1 号’(A1) 和‘蜀芥 4 号’(A2), 均为中熟叶芥菜新品种, 在推迟播种期后, 株型整

体变小, 但紧凑型品种株型变化小。该试验推迟播期 20 d, 收获期为 145 d, 同一密度单株产量和小区产量均比正常播期稍低。因此, 培育早熟高产叶芥品种, 也是晚播高产栽培的一个重要条件。

### 参考文献

- [1] 刘佩瑛. 中国芥菜[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996.
- [2] 刘独臣, 冉茂林, 汪小川, 等. 叶芥苗期根肿病综合防治技术研究[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(16): 77-79.
- [3] 王旭祎, 高明泉, 彭洪江, 等. 榨菜根肿病可控栽培因子控害技术研究[J]. 西南园艺, 2002, 30(4): 39.
- [4] 冯海鹰, 何江蓉, 廖志勇, 等. 阿坝州夏秋芥菜栽培试验[J]. 农业科技通讯, 2019(1): 198-199.
- [5] 苏祖芳, 霍中洋. 水稻合理密植研究进展[J]. 耕作与栽培, 2006(5): 6-9.
- [6] 李国雷, 李方勇. 播种期、栽植密度及施氮方法对高菜产量的影响[J]. 浙江农业科学, 2009(2): 255-257.
- [7] 冷容, 李娟, 杨仕伟, 等. 播期、密度及施 N 量对 3 个宽柄芥新品系经济性状的影响[J]. 长江蔬菜, 2015(2): 38-42.
- [8] 林合清, 周光凡, 范永红, 等. 播种期对茎瘤芥主要性状的影响[J]. 西南农业学报, 2005, 18(3): 365-367.

(下转第 72 页)

上升,从0.203 0上升到0.432 5,且各个时间段增速降低,空间上呈现出中间高两边低的特点。②转型的过程伴随着生态系统服务价值的下降,其中生态减值区域为合肥市、芜湖

市、铜陵市、安庆市、池州市、滁州市、宣城市、金安区和舒城县,生态增值区域为巢湖市和马鞍山市。

表3 皖江城市带生态系统服务价值变化  
Table 3 Ecosystem service value change in the Wanjiang City Belt

地区 Region	1990年	1995年	2000年	2005年	2010年	2015年	变化量 Variation
合肥 Hefei	35.93	36.05	35.75	35.47	35.08	34.70	-1.22
巢湖 Chaohu	63.14	63.53	64.02	64.03	64.00	63.74	0.61
芜湖 Wuhu	23.07	23.60	23.42	23.42	23.07	22.88	-0.19
马鞍山 Ma' anshan	13.19	13.21	12.89	13.28	13.47	13.30	0.11
铜陵 Tongling	8.11	8.36	8.36	8.35	8.26	8.01	-0.10
安庆 Anqing	150.52	152.29	152.06	151.92	151.70	151.31	0.79
池州 Chizhou	85.85	85.45	84.86	84.97	84.78	84.49	-1.35
滁州 Chuzhou	80.09	79.45	78.95	79.11	79.16	79.08	-1.01
宣城 Xuancheng	129.10	127.57	127.30	127.27	127.03	126.93	-2.17
金安、舒城 Jin'an, Shucheng	30.07	29.85	29.55	29.53	29.47	29.32	-0.76
合计 Total	619.07	619.36	617.17	617.34	616.01	613.77	-5.31

该研究未能将土地利用显性形态和隐性形态相联系,应进一步将二者结合起来研究,发现二者内在的联系与规律。

生态系统是一个复杂的综合性系统,该研究仅从生态系统服务价值来测算生态系统的响应规律,得出的结论可能与真实情况有偏差,普适性有限。

#### 参考文献

- [1] TURNER B L II, SKOLE D L, SANDERSON S, et al. Land-use and land-cover change; Science/research plan [J]. Global change report, 1995, 43: 669-679.
- [2] KARTIKEYAN B, MAJUMDER K L, DASGUPTA A R. An expert system for land cover classification [J]. IEEE Transactions on Geoscience & Remote Sensing, 1995, 33(1): 58-66.
- [3] RIEBSAME W E, MEYER W B, TURNER B L II. Modeling land use and cover as part of global environmental change [J]. Climatic change, 1994, 28(1/2): 45-64.
- [4] LAWRENCE R L, WRIGHT A. Rule-based classification systems using classification and regression tree(CART) analysis [J]. Photogrammetric engineering and remote sensing, 2001, 67(10): 1137-1142.
- [5] BRATH A, MONTANARI A, MORETTI G. Assessing the effect on flood frequency of land use change via hydrological simulation (with uncertainty) [J]. Journal of hydrology, 2006, 324(1/2/3/4): 141-153.
- [6] BRUNDTLAND G. Our common future; Brundtland report [R]. 1987.
- [7] NUISSL H, HAASE D, LANZENDORF M, et al. Environmental impact assessment of urban land use transitions; A context-sensitive approach [J]. Land use policy, 2009, 26(2): 414-424.
- [8] IZQUIERDO A E, GRAU H R. Agriculture adjustment, land-use transition and protected areas in Northwestern Argentina [J]. Journal of environmen-

tal management, 2009, 90(2): 858-865.

- [9] POSKA A, SEPP E, VESKI S, et al. Using quantitative pollen-based land-cover estimations and a spatial CA-Markov model to reconstruct the development of cultural landscape at Rõuge, South Estonia [J]. Vegetation history & archaeobotany, 2008, 17(5): 527-541.
- [10] LI X, YE H A G O, QIAN J P, et al. A matching algorithm for detecting land use changes using case-based reasoning [J]. Photogrammetric engineering & remote sensing, 2009, 75(11): 1319-1332.
- [11] 刘纪远, 刘明亮, 庄大方, 等. 中国近期土地利用变化的空间格局分析 [J]. 中国科学(D辑), 2002, 32(12): 1031-1040.
- [12] 杨依天, 郑度, 张雪芹, 等. 1980-2010年和田绿洲土地利用变化空间耦合及其环境效应 [J]. 地理学报, 2013, 68(6): 813-824.
- [13] 吴琳娜, 杨胜天, 刘晓燕, 等. 1976年以来北洛河流域土地利用变化对人类活动程度的响应 [J]. 地理学报, 2014, 69(1): 54-63.
- [14] 刘纪远, 匡文慧, 张增祥, 等. 20世纪80年代末以来中国土地利用变化的基本特征与空间格局 [J]. 地理学报, 2014, 69(1): 3-14.
- [15] 高志强, 刘纪远, 庄大方. 基于遥感和GIS的中国土地利用/土地覆盖的现状研究 [J]. 遥感学报, 1999, 3(2): 134-138.
- [16] 刘纪远, 张增祥, 徐新良, 等. 21世纪初中国土地利用变化的空间格局与驱动力分析 [J]. 地理学报, 2009, 64(12): 1411-1420.
- [17] 蔡运龙. 土地利用/土地覆被变化研究: 寻求新的综合途径 [C] // 中国地理学会. 中国地理学会2000-2002年综合学术年会论文集. 北京: 商务印书馆, 2002: 10.
- [18] 程建, 程久苗. 中国省际土地利用隐性形态时空格局、驱动力与转型模式 [J]. 中国土地科学, 2017, 31(12): 60-68.
- [19] 戈大专, 龙花楼, 屠爽爽, 等. 黄淮海地区土地利用转型与粮食产量耦合关系研究 [J]. 农业资源与环境学报, 2017, 34(4): 319-327.
- [20] 谢高地, 甄霖, 鲁春霞, 等. 一个基于专家知识的生态系统服务价值化方法 [J]. 自然资源学报, 2008, 23(5): 911-919.

(上接第49页)

- [9] 段有厚, 卢峰, 张飞, 等. 矮秆高粱光合物质生产及产量对种植密度的响应 [J]. 江苏农业科学, 2019, 47(9): 131-133.
- [10] 李丽, 王刚, 王新武. 不同种植密度对裸仁南瓜生物学特性及产量的

影响 [J]. 安徽农学通报, 2011, 17(11): 96, 101.

- [11] 刘义华. 荃芥菜(荃薹芥)单株产量与主要性状的关系 [J]. 中国蔬菜, 1999(3): 17-19.
- [12] 叶剑, 孙万仓, 武军艳, 等. 群体密度对冬油菜产量和经济性状的影响 [J]. 西北农业学报, 2008, 17(3): 171-175.