

沙芥生长发育及种子产量形成与播种期关系的研究

杜永光, 郝丽珍, 王 萍, 张进文, 刘杰才, 胡宁宝, 赵清岩

(内蒙古农业大学 农学院, 内蒙古 呼和浩特 010019)

摘要: 在 1998–2002 年预备试验的基础上, 于 2003–2004 年期间研究了不同播期对沙芥生长发育及种子产量的影响。试验采用直播法, 每隔 15 d 播种 1 次, 共 12 个播种期。结果表明: 沙芥从播种至出苗需 7~18 d, 种子发芽出土的活动起始温度为 12.56℃, 有效积温为 69.07℃; 各播种期株高、总叶片数、株展、茎粗、一级分枝数、返青率、种子产量均随播种期推后而降低, 且播种过晚, 翌年才出苗; 一年生植株安全越冬且翌年能抽薹开花的日历苗龄为 59 d 以上, 植株形态指标为株高 9.6 cm, 株展为 15.5 cm, 平均叶片数为 5.8 片, 茎粗为 0.8 cm 以上; 二年生植株生长势、种子产量与一年生苗生长势呈正相关, 返青后二年生植株的生育进程基本相同, 其全生育期分为营养生长期、休眠期、生殖生长期。沙芥在内蒙古呼和浩特地区的栽培或采种的春季适宜播期是 5 月中旬, 寄り栽培可以在 10 月上旬播种。研究确定了人工栽培条件的适宜播种期, 掌握了越冬的最小苗龄, 为沙芥人工栽培及繁育技术的研究奠定了基础。

关键词: 沙芥; 生长发育; 种子产量; 播种期

中图分类号: S641 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2006)05-0118-05

Study on the Relationship Between Sowing Dates and Growth , Development and the Formation of Seed Yield of *Pugionium cornutum*

DU Yong_guang, HAO Li_zhen, WANG Ping, ZHANG Jin_wen,

LIU Jie_cai, HU Ning_bao, ZHAO Qing_yan

(College of Agronomy, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010019, China)

Abstract: Effects of different sowing dates on growth, development and the formation of seed yield of *P. cornutum* were studied from 2003 to 2004, the study were based on the experiment during 1998 to 2002. Used direct_seeding method, the seed was sowed every fifteen days, there were twelve sowing dates in all. The results showed that the initial temperature and effective accumulated temperature were 12.56℃ and 69.07℃, respectively. With sowing dates delayed, plant height, number of total leaves, plant extending diameter, stem thick, number of primaries per_panicke, the re_greening rate and seed yield were decreased, and if sowing dates were too late, seedling emergence stage was postponed to next year. The seedling age that could be over_winter and be bolting in next year were exceed 59 days, at the same time morphological index of seedling were 9.6 cm plant height, 15.5 cm extending diameter, 5.8 pieces of leaves, over 0.8 cm stalk thick. The growth potential and seed yield of biennial seedlings were positively correlated with the growth potential of annual seedlings. The course of growth and development of biennial plant was accord with annual plant, the period of growth development of *P. cornutum* was divided into vegetative growth stage, dormant period and reproductive stage. The optimum sowing date of *P. cornutum* for cultivation or harvesting seed were in the mid May in spring, sowing date of over_winter cultivation using germinated seed was in the early October in Inner Mongolia. The study clarified the optimum sowing date of artificial cultivation and the youngest seedling age over_winter cultivation of *P. cornutum*, it will be useful for artificial cultivation and breeding of *P. cornutum*.

Key words: *P. cornutum*; Growth development; Seed yield; Sowing date

收稿日期: 2006-01-20

基金项目: 国家自然科学基金项目(30260067, 30460080); 内蒙古攻关项目(200550305); 内蒙古自然科学基金项目(200308020513); 内蒙古人才基金

作者简介: 杜永光(1975-), 男, 内蒙古包头人, 在读硕士, 主要从事蔬菜生理生态及种质资源研究; 郝丽珍为通讯作者。

沙芥(*Pugionium cornutum* (L.) Gaertn) 属于十字花科沙芥属, 为二年生草本植物, 是中国特有种。主要分布于我国的甘肃、宁夏、陕西、内蒙古等地区, 生于流动与半流动沙丘^[1~3]。其根系发达, 是优良的固沙先锋植物, 也是沙区人们的重要蔬菜之一, 根、叶均可食用且营养丰富, 已作为加工野菜开发利用^[4]。由于长期掠夺式采挖, 已造成野生资源濒临灭绝。目前, 关于沙芥理论研究尚处于起步阶段, 主要进行了营养成分分析^[5,6]、分类^[7,8]、形态解剖^[9,10]、生育阶段的划分及生长动态^[11]、种子发芽生理^[12,13]等方面的研究。本试验主要通过研究沙芥不同播种期对生长发育及种子产量的影响, 来确定其人工栽培及繁种的适宜播种期, 为保护沙芥野生资源提供理论指导, 并为春化特性的深入研究奠定基础。

1 材料和方法

1.1 供试材料

以 2002 年采自鄂尔多斯地区的沙芥种子为试验材料。

1.2 试验地概况

试验于内蒙古农业大学试验田进行, 沙质土壤, 海拔 1 058 m, 东经 111°42.073', 北纬 40°48.750', 属半干湿的中温带气候, 6~7 月和 1 月平均气温为 22~24 °C 和 -13~-14 °C, 无霜期 130 d 左右, ≥10 °C 积温 2 800~3 000 °C, 年日照 2 000~3 000 h, 年降水量 300~400 mm, 其中 60%~70% 集中在 6~8 月。

1.3 试验方法

本试验在 1998~2002 年预备试验的基础上, 于 2003 年 5 月 1 日至 2003 年 10 月 16 日, 采用直播法, 每隔 15 d 播种 1 次, 共 12 个播种期。为便于模拟分析, 设 05-01 为 1, 根据间隔天数, 将各播期依次以数码 1, 16, 31, 46, 64, 76, 81, 96, 111, 126, 141, 166 表示。每小区面积 6 m², 3 次重复, 种植密度 9 万株/hm², 50% 出苗记录为出苗日期。定苗后, 在每小区内随机观察 10 株, 按文献^[13]的方法观察物候期、生育期进度, 并每隔 15 d 记录一年生苗株高、总叶片数、株展, 分析时分别取各项指标的最大值。2004 年, 观察返青率, 在终花期测量二年生植株茎粗、株高、一级分枝数及统计单株种子产量(果实), 每个观察样本 10 株, 并折算每公顷产量公顷。气象数据由内蒙古呼和浩特市气象站提供, 数据均

采用 SAS 进行处理分析。

2 结果与分析

2.1 不同播种期沙芥生育进度的观察

由表 1 可知, 2003 年 5 月 1 日至 10 月 16 日播种期的沙芥, 从播种至出苗的天数与积温、日均气温、日照时数呈极显著正相关, 且变化幅度为 7~18 d, 播种至出苗的天数(x)与积温(y)的回归方程 $y = 69.0653 + 12.5628x$, 表明沙芥出苗阶段需活动起点温度 12.56 °C 以上的有效积温 69.07 °C, 10 月 1 日和 16 日播种的沙芥翌年出苗, 9 月 1 日和 16 日播种的沙芥虽当年出苗, 但不能越冬, 沙芥出苗至越冬的天数为 59~139 d, 二年生植物生育进程基本相同, 说明沙芥越冬日历苗龄至少应在 59 d 以上, 春播最早应在日均温上升至 12.56 °C 以上播种为宜。冬前寄子播种最早应在日均温下降至 12.56 °C 以下播种。

2.2 不同播种期对一、二年生沙芥植株形态指标的影响

由表 2 可知, 不同播种期一年生和二年生苗各形态指标差异达显著及极显著水平。植株生长势随播种期的延后而降低, 二年生植株与一年生植株的生长势呈正相关, 说明二年生植株生长发育以营养转化为主。另外, 从 5 月 1 日至 8 月 16 日不同播种期各形态指标看出, 当总叶片数达 5.8 片以上时部分沙芥植株既可越冬, 也可通过春化抽薹开花。另外沙芥形态指标主要受积温、日照时数的影响, 其获取的积温、日照时数越多越有利于其生长发育。

2.3 不同播种期对沙芥返青率及种子产量的影响

播种越早, 翌年返青率越高, 且不同播期间返青率差异均达极显著水平, 沙芥种子产量和质量也随播期的延迟而降低, 且播种期对千粒重的影响大于千果重, 最佳播种期是 5 月上旬(表 3, 4)。

2.4 沙芥形态指标、返青率及种子产量(x)与积温(y)的回归模型

从沙芥形态指标与积温的回归模型可知(表 5), 回归系数均达到极显著水平, 一年生苗株高每增加 1 cm 或总叶片数每增加 1 片叶则分别需增加积温 68.97, 87.72 °C, 二年生植株株高每增加 1 cm 和一级分枝数每增加 1 个以及茎粗每增加 1 mm 则分别需增加积温 20.24, 76.92, 1428.57 °C。从沙芥返青率及种子产量与积温的回归模型可知(表 5), 回归系数均达到极显著水平, 返青率每提高一个百分点, 平均单株种子产量每增加 1 g, 种子总产量每增

加 1 kg 则分别需增加积温 34.36, 29.76, 3.99 ℃。

表 1 不同播期沙芥生育进度及其与光温条件的相关系数

Tab 1 The course of growing development of *P. cornutum* and correlation coefficient about the course, light and temperature in different sowing dates

播期 Sowing date	播种至出苗 Sowing to seedling	出苗至越冬 Seedling to over_w inter	越冬至返青 Over_winter to re_greening	返青至现蕾 Re_greening to squaring	现蕾至开花 Squaring to flowering	开花至成熟 Flowering to harvesting	全生育期 The growth development
05- 01	18	139	204	60	2	51	474
05- 16	15	124	204	60	2	52	457
06- 01	13	111	205	60	2	52	443
06- 16	7	102	207	60	3	50	429
07- 01	7	89	204	62	3	50	415
07- 16	9	73	207	63	3	46	401
08- 01	7	69	195	64	2	49	386
08- 16	8	59	189	63	3	48	371
09- 01	14	42	-	-	-	-	-
09- 16	17	25	-	-	-	-	-
10- 01	200	-	-	-	-	-	-
10- 16	185	-	-	-	-	-	-
cv(%)	38.07	43.53	3.18	2.74	21.38	4.13	8.40
变异天数(d) Days of variation	11	113	15	4	1	4	103
积温 Cumulative temperature	0.975 5**	1.000 0**	0.969 8**	0.943 5**	0.900 0**	0.988 0**	1.000 0**
日均气温 Daily average temperature	- 0.877 4**	0.915 7**	0.969 8**	0.801 4*	0.112 5	0.662 7	1.000 0**
日照时数 Length of day	0.914 1**	1.000 0**	0.975 6**	0.943 5**	0.112 5	0.951 9**	1.000 0**

表 2 不同播期沙芥形态指标及其与光温条件的相关系数

Tab 2 Morphological characters of *P. cornutum* and correlation coefficient about the characters, light and temperature in different sowing dates

播种期(月-日) Sowing date	一年生苗 Annual seeding			二年生植株 Biennial plant		
	株高(cm) Stem length	总叶片数 Number of total leaves	株展(cm) Extending diameter	茎粗(cm) Stalk stem	株高(cm) Stem length	一级分枝数(枝) Number of primaries per panicle
05- 01	36.5Aa	28.9A	63.5A	2.8A	150.2A	42.3A
05- 16	35.7Aa	27.4B	61.5B	2.7B	148.3B	41.6B
06- 01	30.0Bb	24.3C	42.2C	1.9C	110.5C	32.2C
06- 16	29.5Bb	20.3D	39.3D	1.8D	95.4D	29.2D
07- 01	19.5Cc	16.2E	36.0E	1.3E	62.7E	24.5E
07- 16	14.8Dd	12.5F	30.8F	1.2F	57.3F	20.7F
08- 01	14.4Dd	11.2G	23.4G	1.1G	33.4G	10.9G
08- 16	9.6Ee	5.8H	15.5H	0.8H	20.3H	8.9H
09- 01	3.6Ff	3.4I	5.8I	-	-	-
09- 16	2.1Gg	1.5J	3.3J	-	-	-
播期 Sowing date	- 0.979 2**	- 0.994 4**	- 0.975 5**	- 0.968 1**	- 0.988 3**	- 0.989 1**
积温 Cumulative temperature	0.989 5**	0.996 4**	0.985 9**	0.903 3**	0.952 8**	0.981 9**
日均气温 Daily average temperature	0.853 3**	0.859 6**	0.849 6**	0.824 7	0.894 4**	0.942 3**
日照时数 Length of day	0.985 2**	0.991 5**	0.983 2**	0.965 7**	0.985 8**	0.985 7**

注: 大写字母表示在 0.01 水平差异显著, 小写字母表示在 0.05 水平差异显著, 下同
Note: Capital means significant at 1% levels, small letters means significant at 5% levels, The same as below

表3 不同播种期对沙芥返青率及种子产量的影响

Tab 3 The affection of different sowing dates to seed yield and the re-greening rate of *P. cornutum*

播期 Sowing date	05- 01	05- 16	06- 01	06- 16	07- 01	07- 16	08- 01	08- 16
返青率(%) Re-greening rate	84. 2A	81. 7B	62. 1C	60. 5D	35. 2E	29. 6F	13. 2G	11. 2H
平均单株种子产量(g) Seed yield of every plant	91. 7Aa	90. 4Ab	50. 7Bc	47. 3Cd	27. 4De	25. 6Ef	4. 9Fg	2. 5Gh
种子总产量(kg/ hm ²) The total seed yield	8253. 4Aa	8136. 8Ab	4563. 7Bc	4257. 9Cd	2466. 7De	2304. 5Ef	441. 5Fg	225. 4Gh
较前一播期减幅(%) The decrease to the fomer sowing date	0	1. 4	43. 9	6. 7	42. 0	6. 5	80. 8	49. 0
较第一播期减幅(%) The decrease to the first sowing date	0	1. 4	44. 7	48. 4	70. 2	72. 0	94. 6	97. 2

表4 不同播种期对沙芥千果重及千粒重的影响

Tab 4 The affection of different seeding time on the 1000 seed weight and the 1000 winged fruit weight of *P. cornutum*

播期 Sowing date	05- 01	05- 16	06- 01	06- 16	07- 01	07- 16	08- 01	08- 16
千果重(g) 1000-winged fruit weight	44. 25A	42. 63B	39. 82E	38. 62G	39. 20F	38. 42H	40. 21C	40. 10D
千粒重(g) 1000 seed weight	15. 24A	14. 21B	13. 82D	13. 96C	12. 69E	10. 26H	11. 10G	11. 12F

表5 沙芥形态指标、返青率及种子产量(x)与积温(y)的回归模型

Tab 5 Regression model of morphological characters, the re-greening and seed yield(x) of *P. cornutum* and accumulated temperature(y)

指标 Characters	取值范围 The rang of value	回 归 模 型 Regression model	r ²
一年生苗株高(cm)Stem length of annual plant	$x \in (9. 6, 36. 5)$	$y = 368. 6276 + 68. 9655x$	0. 979 1 ^{**}
一年生苗叶片数 No. of total leaves of annual plant	$x \in (5. 8, 28. 9)$	$y = 382. 5301 + 87. 7193x$	0. 992 9 ^{**}
二年生苗茎粗(cm)Stalk stem of biennial plant	$x \in (0. 8, 2. 8)$	$y = 1472. 7142 + 1428. 5714x$	0. 815 9 ^{**}
二年生苗株高(cm)Stem length of biennial plant	$x \in (20. 3, 150. 2)$	$y = 2178. 6052 + 20. 2491x$	0. 907 8 ^{**}
二年生苗一级分枝数 No. of primaries per_panicle of annual plant	$x \in (8. 9, 42. 3)$	$y = 1856. 4692 + 76. 9231x$	0. 964 1 ^{**}
返青率(%) Re-greening rate	$x \in (11. 2, 84. 2)$	$y = 2275. 5532 + 34. 3643x$	0. 921 8 ^{**}
平均单株种子产量(g) Seed yield of every plant	$x \in (2. 5, 91. 7)$	$y = 2621. 3839 + 29. 7619x$	0. 860 5 ^{**}
种子总产量(kg/ hm ²) The total seed yield	$x \in (225. 4, 8253. 4)$	$y = 28620. 8290 + 3. 9904x$	0. 725 7 ^{**}

2.5 沙芥植株形态指标与种子产量的关系

从表6可以看出, 一年生沙芥株高、总叶片数、二年植株茎粗、株高、一次分枝数均与种子产量呈极显著正相关, 回归系数为0. 913 2~ 0. 980 4, 沙芥种子产量与二年生形态指标的相关性高于一年生植株, 而二年生植株形态指标又与一年生植株形态指标呈正相关。说明沙芥形态建成对种子产量影响较大。

表6 沙芥形态指标(x)与种子产量(y)的回归模型

Tab 6 Regression model of morphological characters (x) and seed yield (y) of *P. cornutum*

形态指标 Morphological characters	取值范围 The rang of value	回 归 模 型 Regression model	r ²
一年生苗株高 (cm) Stem length of annual plant	$x \in (9. 6, 36. 5)$	$y = - 2 919. 610 1 + 284. 220 4x$	0. 913 6 ^{**}
一年生苗叶片数 No. of total leaves of annual plant	$x \in (5. 8, 28. 9)$	$y = - 2 736. 947 1 + 358. 394 1x$	0. 913 2 ^{**}
二年生苗茎粗 (cm) Stalk stem of biennial plant	$x \in (0. 8, 2. 8)$	$y = - 3 224. 109 3 + 4 149. 843 7x$	0. 979 8 ^{**}
二年生苗株高 (cm) Stem length of biennial plant	$x \in (20. 3, 150. 2)$	$y = - 1 438. 747 0 + 62. 175 4x$	0. 980 4 ^{**}
二年生苗一级分枝数 No. of primaries per_panicle of annual plant	$x \in (8. 9, 42. 3)$	$y = - 2 529. 877 5 + 241. 959 2x$	0. 960 9 ^{**}

3 讨论

3.1 温度与沙芥出苗的关系

由不同播期沙芥的出苗期可以看出, 温度是影响发芽出苗的主要因素, 这与张卫华^[12]研究认为沙芥发芽最适温度 25~ 27 °C、最低温度 13 °C 的结果基本一致。笔者曾在 2004 年 3~ 4 月份播种沙芥, 出苗时间与 5 月 1 日播期几乎相同, 进一步说明沙芥出苗需要 12.56 °C 以上的活动温度, 这与其他十字花科的蔬菜是不同的。

3.2 光、温与沙芥种子产量的关系

播种期对种子产量的影响, 其实质是光、温两个条件在起关键作用。从相关系数的大小看, 在积温、日均气温、日照时数等气象因子中, 积温、日照时数为影响沙芥生长发育和产量形成的重要因子, 这与沙芥喜光喜温的生物学特性及生境相适应。本研究表明, 积温与形态指标呈极显著正相关, 说明适时早播有利于沙芥生长发育和高产的形成。

4 结论

沙芥从播种至出苗为 7~ 18 d, 种子发芽出土的起始温度为 12.56 °C, 所需有效积温为 69.06 °C; 沙芥安全越冬的植株形态指标为株高 9.6 cm 以上, 株展为 15.5 cm 以上, 叶片数平均为 5.8 片以上, 茎粗为 0.8 cm 以上; 二年生苗生长势、种子产量与一年生苗生长势呈正相关; 返青后二年生植物的生育进程基本相同, 其全生育期分为营养生长期、休眠期、生殖生长期; 沙芥在内蒙古呼和浩特的栽培或采种的春季适宜播期是 5 月上旬, 寄籽栽培可以在 10 月

上旬期间播种。

参考文献:

- [1] 关克俭. 中国植物志(第 33 卷)[M]. 北京: 科学出版社, 1987: 67- 71.
- [2] 杨喜林. 中国沙漠植物志(第 2 卷)[M]. 北京: 科学出版社, 1987: 18- 21.
- [3] 马毓泉. 内蒙古植物志(第 2 版. 第 2 卷)[M]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1990: 612- 613.
- [4] 郝丽珍, 胡宁宝, 张进文, 等. 沙芥开发利用中应注意的问题[J]. 中国蔬菜, 2005, (3): 49- 50.
- [5] 梅双喜, 潘晓晖, 侯振富, 等. 沙芥化学成分的研究[J]. 中国药学杂志, 1999, 34(6): 366- 367.
- [6] 马希汉, 尉 芹, 王冬梅, 等. 沙芥化学成分的初步研究[J]. 西北林学院学报, 2000, 15(3): 46- 50.
- [7] 周世权, 蓝登明. 沙芥属植物的分类[J]. 内蒙古林学院学报(自然科学版), 1998, 20(3): 29- 31.
- [8] 赵一之. 沙芥属的分类校正及其区系分析[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版), 1999, 30(2): 197- 199.
- [9] 闫 洁, 贺 晓, 周世权, 等. 翅果沙芥和距沙芥营养器官的解剖学观察[J]. 内蒙古农业大学学报, 2001, 22(3): 70- 73.
- [10] 贾 晋. 沙芥形态与解剖学研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2003. 6.
- [11] 郝丽珍, 翟 胜, 贾 晋, 等. 沙芥营养生长规律及叶片解剖结构的研究[J]. 华北农学报, 2004, 19(4): 66- 69.
- [12] 张卫华. 沙芥种子发芽生理的研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2004. 6.
- [13] 胡建忠. 植物引种栽培试验研究方法[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2002: 6.