

西北地区芝麻异交率研究

刘文萍¹, 吕伟¹, 任果香¹, 文飞¹, 韩俊梅¹, 申登高¹, 孙建², 乐美旺²

(1. 山西省农业科学院经济作物研究所, 山西太原 030031; 2. 江西省农业科学院园艺研究所, 江西南昌 330013)

摘要: 为了研究西北地区气候条件正常年份下芝麻的天然异交率, 以单花芝麻品种汾黑芝3号和三花芝麻品种晋芝3号为材料, 以显性基因控制的单花芝麻为异源花粉, 采用单花和三花芝麻混合播种、在三花芝麻中间单株播种三花芝麻、与单花芝麻不同距离播种3种试验设计, 测定三花天然异交后代群体中的单花性状比率。结果表明, 混合播种异交率较高, 最高达到18.71%, 是所有试验设计中最高的。单株播种设计异交率低于混合播种, 但高于除第2行外所有不同行距离播种; 三花芝麻种植在距离单花芝麻较近, 且周边单花芝麻较多的环境下异交率较高, 以第2行的异交率最高, 达到11.56%; 距离单花芝麻远且周边单花芝麻较少的环境下异交率较低, 第42~69行的异交率仅有0~0.25%。

关键词: 芝麻; 异交率; 单花芝麻汾黑芝3号; 三花芝麻晋芝3号; 西北地区

中图分类号: S565.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1463(2015)10-0027-04

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2015.10.011

Study on Outcrossing Rate of Sesame in the Northwest of China

LIU Wenping¹, LÜ Wei¹, REN Guoxiang¹, WEN Fei¹, HAN Junmei¹, SHEN Denggao¹, SUN Jian², LE Meiwang²
(1. Institute of Industrial Crop, Shanxi Academy Agricultural Science, Taiyuan Shanxi 030031, China; 2. Institute of Crops Research, Jiangxi Academy of Agricultural Science, Nanchang Jiangxi 330200, China)

Abstract: In order to study the nature outcrossing rate of sesame (normal year) in the northwest region of China, using a single-flower sesame Fenheizhi 3 and three-flower sesame Jinzhi 3 as materials, using single-flower sesame as heterogenous pollen controlled by dominant gene, three-flower sesame controlled by the recessive gene, three-flower trait became into single-flower trait after natural outcrossing, determining the principle of sesame natural outcrossing rate by measuring the rate of single-flower traits among the progenies (F1) of three-flower sesame; using the experiment design, namely, conducting the mixed seeding with single-flower & three-flower sesame, sowing one three-flower sesame (the spacing is different from the single-flower sesame) among three-flower sesames. The result shows that outcrossing rate of the mixed seeding is the highest of all trials, up to 18.71%. The outcrossing rate of seeds per plant is lower than mixed seeding and higher than different distance sowing; Three-flower sesame outcrossing rate is higher, when they nearing and surrounding of single flower sesame. Ju 2 outcrossing rate is highest, up to 11.56%, On the contrary, the outcrossing rate is lower. ju 42~ju 69 only 0~0.25%.

Key words: Sesame; Outcrossing rate; Single-flower of sesame Fenheizhi 3; three-flower of sesame Jinzhi 3; Northwest

天然异交率通常是指同种作物不同品种间的自然杂交频率, 天然异交率受作物种类、距离、风向风力、天气以及传粉昆虫数量等因素的影响。天然异交率是促进植物基因漂移、重组和加速植物进化的重要因素之一, 有利于物种的生存与适应。但是, 在作物生产过程中, 天然异交率是作

物种子纯度降低、种性退化的重要因素。研究作物天然异交率, 对品种的天然繁育和种子生产研究具有重要意义, 其结果是制定品种繁育、隔离、纯化和种子生产技术规程的重要参考依据。芝麻是我国重要的油料作物之一, 以物美价廉而享誉世界。西北地区是我国芝麻生产六大生态区之

收稿日期: 2015-05-05; 修订日期: 2015-06-20

基金项目: 国家现代农业产业技术体系“汾阳综合试验站”专项基金 (CARS-15); 山西省科技自主创新能力提升工程项目“山西油料作物种质资源创制与利用研究”2015zzcx-07; 山西省科技攻关项目“山西与我国主产区芝麻种质资源遗传多样性比较”(20140311010-3); 山西省农业科学院十二五育种工程“优质、高产、抗病芝麻新品种选育”(11yzgc013)

作者简介: 刘文萍(1967—), 女, 山西文水人, 研究员, 主要从事芝麻育种与栽培研究工作。联系电话: (0)13593405471。E-mail: wenggeping@163.com

通讯作者: 乐美旺(1963—), 男, 江西玉山人, 研究员, 主要从事芝麻良种繁育研究工作。E-mail: mwyuecarl@163.com

—^[1]。芝麻是一种开放式开花习性的作物，具有较大的花冠和蜜腺，是蜜蜂等传粉昆虫的重要访问对象，因此，在芝麻繁育、隔离、纯化和种子生产中，天然异交率是一个不容忽视的客观问题。我们于 2013—2014 年以单花芝麻汾黑芝 3 号和三花芝麻晋芝 3 号为材料，在山西省汾阳市对西北芝麻异交率进行了研究，现报道如下。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试芝麻品种为单花芝麻汾黑芝 3 号和三花芝麻晋芝 3 号，均为黑芝麻，由山西省农业科学院经济作物研究所提供。

1.2 试验区概况

试验设在山西省汾阳市山西省农业科学院经济作物研究所试验基地进行。当地地理位置东经 $111^{\circ}26'$ 、北纬 $37^{\circ}08'$ ，海拔 747.7 m。试验地地势平坦，肥力中等，试验地土壤为壤土，土质为粘土，前茬为玉米。试验地周边 500 m 内没有芝麻种植。东面有围墙，南北种植玉米，西面种植谷子。芝麻盛花期当地主要天气情况为平均温度 23.6°C ，光照 243.0 h，无风。于 2013 年 5 月 7 日底施农家肥 $12\ 000\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 、氮磷钾三元复合肥(N- P_2O_5 - K_2O 为 28-6-6) $600\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 、普通过磷酸钙(含 P_2O_5 12%) $150\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 后灌水，5 月 17 日整地，5 月 22 日播种，6 月 24 日间苗，7 月 3 日定苗，9 月 11 日收获。及时防治地老虎、蚜虫等害虫。2014 年 5 月 7 日底施农家肥 $12\ 000\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 、氮磷钾三元复合肥(N- P_2O_5 - K_2O 为 28-6-6) $600\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 、普通过磷酸钙(含 P_2O_5 12%) $150\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 后灌水，除不间苗外，其余田间管理措施同 2013 年。

1.3 试验原理

利用芝麻单花为显性，三花为隐性，通过单花与三花杂交后代中单花性状的比率来确定芝麻天然异交率。

1.4 试验设计

1.4.1 混合播种 2013 年将单花芝麻汾黑芝 3 号和三花芝麻晋芝 3 号种子等量混合，按相同的行株距种植 5 行，按单株收获三花(晋芝 3 号)植株上的种子。2014 年将收获的种子种植于试验田，调查和统计异株(单花植株)数，并计算天然异交率。行编号分别为混 1 行、混 2 行、混 3 行、混 4 行、混 5 行。

1.4.2 单株播种 2013 年以与混合播种空 1 行为

保护行，种植单花芝麻汾黑芝 3 号 10 行，在第 4 行、第 8 行距离两端 1/4 的位置种植 2 株三花芝麻晋芝 3 号，收获三花芝麻晋芝 3 号植株上的种子。2014 年将收获的种子种植于试验田，调查和统计异株(单花芝麻植株)数，并计算天然异交率。2 株编号为单 1 号和单 2 号。

1.4.3 不同行距播种 2013 年连接单株播种，按以下顺序播种，种植 1 行单花芝麻汾黑芝 3 号和 1 行三花芝麻晋芝 3 号；种植汾黑芝 3 号和晋芝 3 号各 2 行；种植 5 行汾黑芝 3 号，空 1 行种植 20 行晋芝 3 号；空 2 行种植 5 行汾黑芝 3 号和 30 行晋芝 3 号。成熟后，每行收获 4 株晋芝 3 号，即距离两端 3/8 处收获 2 株，距离两端 1/8 处收获 2 株，并将收获的种子于 2014 年种植于试验田，调查单花植株数，测定天然异交率。行编号为第 1 行、第 2 行、…，第 69 行(将空行也列入行编号)。

2013 年试验芝麻均按行距 40 cm，株距 20 cm，行长 2.0 m 播种，播种区面积为 $68.0\ \text{m}^2$ ($2.0\ \text{m} \times 34.0\ \text{m}$)，播种区留 50 cm 走道。2014 年种植 2013 年收获的芝麻种子，每份种子播种 1 小区，不设重复，小区面积为 $20.0\ \text{m}^2$ ($2.5\ \text{m} \times 8.0\ \text{m}$)，各小区均按行距 40 cm，株距 20 cm，行长 2.5 m 播种，播种密度 $15\ 000\ \text{株}/\text{hm}^2$ ，植株分布均匀，不间苗。

1.5 观测指标

2013 年记载芝麻盛花期的试验所在地主要天气情况。芝麻盛花期分别于 8 月 12 日、13 日、14 日、16 日、17 日每天上午分 3 次，每次 30 min，调查昆虫访问数量及频率。2014 年芝麻成熟时按小区分别收获，统计总植株数和单花株数，并计算异交率(单花芝麻占总植株数的百分比)。

2 结果与分析

2.1 芝麻盛花期昆虫访问情况

从表 1 可知，芝麻盛花期田间访问数量最多的昆虫是蜂类，30 min 内平均访问数量为 32.3 只，比蝶蛾类昆虫多出 30.1 个，比其余昆虫多出 30.0 只；蝶蛾类昆虫和其余昆虫 30 min 内平均访问数量较少，分别为 2.2 只、2.3 只。访问次数也是蜂类最高，30 min 内平均昆虫访问次数为 18.1 次，比蝶蛾类多出 16.9 次，比其余昆虫类多出 16.8 次；蝶蛾类昆虫和其余昆虫 30 min 内平均昆虫访问次数较少，分别为 1.2 次、1.3 次。

表 1 芝麻盛花期昆虫访问情况

调查次数 (次)	日期 (日/月)	观察时间段	天气情况	昆虫访问数量(只) ^①			昆虫访问次数(次) ^②		
				蜂类	蝶蛾类	其余	蜂类	蝶蛾类	其余
1	12/8	8:00~8:30	晴 22℃	13	1	4	7	2	2
		9:20~9:50	晴 24℃	25	2	3	12	1	2
		10:30~11:00	晴 26℃	42	2	2	28	1	3
2	13/8	8:00~8:30	晴 23℃	18	0	3	11	2	1
		9:20~9:50	晴 25℃	31	1	3	18	1	1
		10:30~11:00	晴 28℃	32	3	4	21	2	2
3	14/8	8:00~8:30	晴 22℃	22	0	2	21	2	0
		9:20~9:50	晴 24℃	36	2	3	22	0	1
		10:30~11:00	晴 27℃	43	5	2	35	1	1
4	16/8	8:00~8:30	晴 22℃	28	2	2	14	1	1
		9:20~9:50	晴 25℃	47	3	1	18	2	2
		10:30~11:00	晴 27℃	45	5	1	13	0	1
5	17/8	8:00~8:30	晴 20℃	25	1	0	7	2	0
		9:20~9:50	晴 23℃	36	2	2	19	0	1
		10:30~11:00	晴 28℃	42	4	2	26	1	1

①、②均以正字计数。

2.2 混合播种芝麻的异交率

从表 2 可以看出,单花芝麻汾黑芝 3 号和三花芝麻晋芝 3 号种子混合种植,混 2 行收获的种子最多,单花株数最多,异交率最大,达 18.71%;混 3 行异交率最小,只有 10.45%,比混 2 行减少 8.26 百分点;混 4 行异交率较小,为 11.85%,比混 2 行减少 6.86 百分点。但 3 个混合播种处理的芝麻异交率均大于 10%。

表 2 混合播种芝麻的异交率

行编号	总株数 (株)	单花株数 (株)	异交率 (%)
混2行	449	84	18.71
混3行	201	21	10.45
混4行	211	25	11.85

2.3 单株播种芝麻的异交率

从表 3 可知,单株播种后收获三花种植的总株数相差不大,异交率也相差不大,其中单 2 号异交率较高,为 10.13%,比单 1 号多 1.08 百分点。总的来看,单株播种比混合播种的异交率小。

表 3 单株播种芝麻的异交率

编号	总株数 (株)	单花株数 (株)	异交率 (%)
单1号	199	18	9.05
单2号	227	23	10.13

2.4 不同行距播种芝麻的异交率

从表 4 可知,第 2 行异交率最高,为 11.56%,因该处理种植在单花芝麻 2 行的中间,距离单花芝麻最近,在昆虫访问时容易接受异源花粉。第 5 行异交率 4.96%,第 6 行异交率 4.43%,异交率相差无几,与单花芝麻的距离也基本相同;比第 2

行异交率低 6.60~7.13 百分点,离单花芝麻较远。第 13 行至第 32 行晋芝 3 号连续种植 20 行,其中以第 13 行异交率最高,为 4.28%,距离单花芝麻汾黑芝 3 号较近,与第 5 行、第 6 行位置基本一致,异交率数值也相差无几;其次是第 14 行,为 3.05%;其它行异交率都低,甚至为 0,较高的只有第 32 行,异交率仅 2.26%。表明距离单花芝麻远的三花芝麻难以接受到异源花粉。第 40 行至第 69 行连续种植 30 行三花芝麻,种植于接近单花芝麻的第 40 行、第 41 行异交率最高,分别为 2.97%、1.93%;远离单花芝麻的第 42 行至第 69 行异交率低,只有 0~0.25%。

3 小结与讨论

1) 试验结果表明,在芝麻盛花期蜂类昆虫比蝶蛾类昆虫和其余类昆虫访问数量大,访问次数也多,可见对于芝麻这种昆虫传粉的作物,蜂类对其异交率影响大^[1]。同时可以看出,混合播种的芝麻异交率高于单株播种和不同行距播种设计,其最高达到 18.71%。单株播种设计异交率低于混合播种,但高于不同行距播种。三花芝麻种植在第离单花芝麻较近、且周边单花芝麻较多的环境下异交率较高,以第 2 行的异交率最高,达到 11.56%;距离单花芝麻远、且周边单花芝麻较少的环境下异交率较低,第 42 行~第 69 行的异交率只有 0~0.25%。

2) 天然杂交率与地形、风力、昆虫活动情况及开花天气有较大关系,如果地形、天气较适宜,昆虫活动又多的话,天然杂交率就高^[2-3]。昆虫访问数量和次数随着温度、湿度、光照、降水、风力、

表 4 不同行距播种芝麻的异交率

行编号	总株数 (株)	单花株数 (株)	异交率 (%)
第2行	441	51	11.56
第5行	366	18	4.92
第6行	409	18	4.40
第13行	444	19	4.28
第14行	393	12	3.05
第15行	393	6	1.53
第16行	431	3	0.70
第17行	418	0	0
第18行	406	0	0
第19行	419	0	0
第20行	388	2	0.52
第21行	390	5	1.28
第22行	401	4	1.00
第23行	410	2	0.49
第24行	359	0	0
第25行	419	0	0
第26行	362	0	0
第27行	378	0	0
第28行	409	0	0
第29行	404	0	0
第30行	371	3	0.81
第31行	337	6	1.78
第32行	398	9	2.26
第40行	404	12	2.97
第41行	415	8	1.93
第42行	376	0	0
第43行	381	0	0
第44行	423	1	0.24
第45行	417	0	0
第46行	394	1	0.25
第47行	409	0	0
第48行	383	0	0
第49行	406	0	0
第50行	412	0	0
第51行	416	0	0
第52行	414	0	0
第53行	386	0	0
第54行	409	0	0
第55行	414	0	0
第56行	388	0	0
第57行	413	0	0
第58行	394	0	0
第59行	401	0	0
第60行	412	0	0
第61行	416	0	0
第62行	405	0	0
第63行	426	0	0
第64行	422	0	0
第65行	408	0	0
第66行	403	0	0
第67行	412	0	0
第68行	426	0	0
第69行	405	0	0

周边种植的作物等条件变化而变化, 异交率也会随之变化, 即使在同一区域同样品种不同环境条件下异交率数值也不相同。芝麻天然异交率一般 5% 左右^[4-5], 但在气候异常和昆虫数量大时, 异交率可高达 65%。在印度, 芝麻行间间作 1~3 行高粱或芝麻行距 2 m 时, 对自然异交程度没有影响, 但 Sikka 和 Gupta 在芝麻田间观察到, 通过间作或把行距扩大到 17 m 后, 自然异交率有所改变^[6]。王文泉等认为, 芝麻制种要求 100 m 内不能种植非父本芝麻^[7]。本研究结果与上述观点一致, 三花芝麻种植在距离单花芝麻较近、且周边单花芝麻较多的环境下异交率较高, 种植在距离单花芝麻较远、且周边单花芝麻较少的环境下异交率低。所以, 如果要在育种中需要得到较高的天然异交率, 在正常的昆虫传粉环境中, 三花芝麻应种植在距离单花较近且周边单花芝麻较多的位置; 同理, 如需得到较高的天然异交率, 应种植在与异源花粉较近且异源花粉较多的位置。

3) 本研究仅针对在西北气候条件, 西北地区与其它黄淮、江淮、华南、东北、华北的区域气候条件不同, 本研究结果在其它区域不适用。

参考文献:

- [1] 刘文萍, 卫双玲, 任果香, 等. 栽培方式对汾芝 2 号产量及干物质的影响[J]. 甘肃农业科技, 2012(9): 21-23.
- [2] 冯祥运. 中国芝麻种质资源研究 II. 保存与更新[J]. 中国油料作物学报, 2000, 22(1): 43-44.
- [3] 王炜勇, 冯清拾, 潘钢敏. 低酚棉不同隔离条件与天然杂交率的关系[J]. 中国棉花, 1994, 21(11): 14-15.
- [4] 冯海生, 陈集贤, 解俊峰. (栽培二粒小麦×大赖草) F₂ 与普通小麦天然杂交所产生及后代表现[J]. 西北农业学报, 1997, 6(2): 20-22.
- [5] 詹英贤. 芝麻及其栽培[M]. 北京: 科学技术出版社, 1958: 90.
- [6] 屠礼传. 芝麻. 中国农业百科全书(农作物卷下册)[M]. 北京: 农业出版社, 1991: 811-812.
- [7] OSMAN HE. 芝麻与红花现状和潜力[G]//联合国粮食与农业组织. 国际红花芝麻专家磋商会议会刊. 出版地不详: 出版者不详, 1987: 84-88.
- [8] 王文泉, 郑永战, 柳家荣, 等. 芝麻雄性核不育两系制种效果的研究[J]. 中国油料, 1995, 17(1): 12-15.

(本文责编: 郑立龙)