

野亚麻 DNA 导入吉亚 1 号的 D₁ 代植株农艺性状变异的初步研究

宋鑫玲¹, 王晓楠^{1*}, 曹洪勋¹, 孙宇峰¹, 夏尊民¹, 高宇¹, 赫大新²

(1. 黑龙江省科学院大庆分院, 黑龙江 大庆 163319; 2. 黑龙江省科学院高新技术研究院, 哈尔滨 150001)

摘要: 为了研究野生亚麻导入后代农艺性状变异, 本研究通过田间试验将获得的 26 个单株 8 个农艺性状做基本统计及主成分分析、聚类分析, 结果表明: 导入后代中蒴果数与单株粒数变异最大, 其次是茎粗和单株茎重; 经主成分分析, 花粉管导入后代第一主因子为茎粗和单株茎重主导的倒伏因子, 第二、三、四为结实性因子; 经聚类分析表明实收的 26 个单株分为四大类, 其中第 I 大类出现矮化, 第 IV 大类出现超亲。

关键词: 野亚麻; 导入后代; 性状变异; 主成分分析

中图分类号: S563.2

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2022)01-0035-04

A Preliminary Study on Agronomic Traits Variation of D₁ Generation of Wild Flax DNA Introduced to Jiya 1

SONG Xinling¹, WANG Xiaonan^{1*}, CAO Hongxun¹, SUN Yufeng¹, XIA Zunmin¹, GAO Yu¹, HE Daxin²

(1. Daqing Branch of Heilongjiang Academy of Sciences, Daqing 163319; 2. Institute of Advanced Technology, Heilongjiang Academy of Sciences, Harbin 150001, China)

Abstract: To study the agronomic traits of generation introduced from wild flax, the basic statistics, principal component analysis, and cluster analysis of 26 agronomic traits obtained from 26 individual plants were performed through field experiments. The results showed that the number of capsules and seeds per plant in the progeny were the largest, followed by the stem thickness and the weight. According to the principal component analysis, the first main factor of the offspring introduced into the pollen tube is the lodging factor dominated by stem thickness and stem weight per plant. The cluster analysis showed that the 26 single plants received were divided into four categories, among which the first category appeared dwarfed and the fourth category appeared super-parent.

Key words: Wild flax; Import descendants; Trait variation; Principal component analysis

野亚麻(*Linum stellarioides* Planch.)属亚麻科亚麻属二年生草本^[1]。具有耐旱、耐寒、抗瘠薄的优良特性, 广泛分布于黑龙江西部盐碱地的低洼地块, 是重要的种质资源。野生资源的信息挖掘和综合利用为资源创新提供新思路, 利用种间杂交创新种质资源是拓宽种质资源遗传背景的重要途径^[2]。该技术在水稻的研究中尤为深入, 以袁隆平为首的育种家首先创新杂交水稻, 之后海水稻的出现为我国水稻产业的发展带来深远影

响^[3]。庞汉华等^[4]利用普通野生稻与栽培稻进行杂交, 对其杂交后代进行花药离体培养, 筛选出既具有野生稻的抗病性又提高籽粒蛋白质含量, 并且保留有栽培稻产量的稳定遗传品种。盛文涛等^[5]利用具有增产 QTL 的野生稻, 通过远缘杂交技术, 将增产性状导入栽培稻, 育成优质高产杂交水稻“Y 优 7 号”。与水稻相比, 野生亚麻种间杂交技术研究基础相对薄弱, 王丽等^[6]利用多年生宿根亚麻与栽培亚麻开展种间杂交的胚胎发育学研究, 证明重复授粉+生长调节剂处理是克服亚麻种间杂交不亲和性的有效措施。张丽丽等^[7]对种间杂交种进行 SSR 鉴定, 证明杂交种中仅有 1% 为真正杂交种。野生亚麻的研究主要围绕打破种间杂交不亲和技术瓶颈领域, 目前外源 DNA 导入已开展研究^[8], 但是对后代性状变异的研究鲜有报道^[9], 阻碍野生资源的综合利用及品种创

收稿日期: 2020-04-26

基金项目: 黑龙江省院所基本应用技术专项(ZNB2019DQ02); 黑龙江省科学院科学研究基金(2020D01); 中央引导地方科技发展专项(ZY20B09)

作者简介: 宋鑫玲(1985-), 女, 助理研究员, 硕士, 从事亚麻育种研究。

通讯作者: 王晓楠, 女, 博士, 研究员, E-mail: wxn_fern@163.com

新。本试验采用外源DNA导入技术获得导入后代,通过田间试验农艺性状观测,主成分分析弄清导入DNA后单株间变异最大的因子,经聚类分析明确出现变异的类型及趋势。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

试验材料为外源DNA导入后代D₁代种子,DNA供体野亚麻,受体吉亚1号,由黑龙江省科学院大庆分院提供,材料名及编号见表1。

表1 参试材料基本信息

编号	材料名	编号	材料名
1	吉亚1号-01	15	吉亚1号-15
2	吉亚1号-02	16	吉亚1号-16
3	吉亚1号-03	17	吉亚1号-17
4	吉亚1号-04	18	吉亚1号-18
5	吉亚1号-05	19	吉亚1号-19
6	吉亚1号-06	20	吉亚1号-20
7	吉亚1号-07	21	吉亚1号-21
8	吉亚1号-08	22	吉亚1号-23
9	吉亚1号-09	23	吉亚1号-24
10	吉亚1号-10	24	吉亚1号-25
11	吉亚1号-11	25	吉亚1号-27
12	吉亚1号-12	26	吉亚1号-28
13	吉亚1号-13	27	吉亚1号(受体)
14	吉亚1号-14	28	野亚麻(供体)

1.2 试验设计与方法

试验采用顺序排列,设行长2 m,行距15 cm,单粒点播,每行60粒,株距2.5 mm,总粒数180粒。采用人工播种的方式于5月1日前点播于田间,自然条件萌发,整个生育期不灌水,不喷施除

草剂,在工艺成熟期单株收获考种。

1.3 调查项目

按照《亚麻种质资源描述规范和数据标准》考察8个农艺性状,株高、工艺长度、分茎数、分枝数、蒴果数、茎粗、单株粒数、单株茎重。由于野亚麻为二年生,故而考察第二年植株的农艺性状。

1.4 数据处理方法

试验获得的原始数据经Excel 2010进行数据统计,采用SAS 9.4做主成分分析及聚类分析。聚类分析常见方法有重心法和类平均法。

2 结果与分析

2.1 参试材料农艺性状基本统计分析

参试的导入后代种子180粒,收获时仅得到26个单株,从实收的株数来看,大部分的导入后代不能正常萌发生长。供体野亚麻在农艺性状上与受体有明显的不同(表2),以分枝数、蒴果数、单株粒数尤为突出,株高略高于受体吉亚1号。26个单株进行农艺性状统计,结果表明:导入后代中株高最大值为124 cm,工艺长度最大值为80 cm,比受体要高一些,蒴果数最大值20个,与受体相比有增加的趋势,但是与野生型相差较大,单株茎重最大值8.54 g也接近野生型。从标准差看,单株粒数的标准差大于平均值,说明这个农艺性状的变异呈非正态分布。从变异系数看,蒴果数与单株粒数的变异系数大于1,说明该性状变异有极端值的出现;其次是分茎数、单株茎重,分别是0.98和0.75,说明外源DNA导入后代中分茎数和单株茎重有向野生型变化的趋势;最后是株高、工艺长度和茎粗,株高有超亲的现象,其他都呈正态分布。

表2 主要农艺性状基础统计

材料名	株高(cm)	工艺长度(cm)	分茎数(个)	分枝数(个)	蒴果数(个)	茎粗(mm)	单株粒数(粒)	单株茎重(g)
吉亚1号(受体)	92.00	78.80	0.00	4.00	5.00	1.60	52.00	1.00
野亚麻(供体)	110.00	20.00	2.00	120.00	800.00	5.00	10 000.00	10.50
平均值	83.77	53.58	1.96	5.31	4.58	1.91	8.46	2.84
最大值	124.00	80.00	6.00	8.00	20.00	2.69	36.00	8.54
最小值	42.00	27.00	0.00	3.00	0.00	0.87	0.00	0.29
极差	82.00	53.00	6.00	5.00	20.00	1.82	36.00	8.25
标准差	21.13	16.09	1.93	1.32	4.73	0.49	10.40	2.12
变异系数	0.25	0.30	0.98	0.25	1.03	0.26	1.23	0.75

2.2 农艺性状主成分分析

将参试的农艺性状株高、工艺长度、分茎数、分枝数、蒴果数、茎粗、单株粒重、单株茎重分别

设为X₁、X₂、X₃、X₄、X₅、X₆、X₇、X₈。从相关阵特征值、方差贡献率及累积方差贡献率数值上显示(表3):8个农艺性状共形成8个主成分,其中前4

表3 相关阵特征值

序号	特征值	差分	方差贡献率	累计方差贡献率
1	3.658 7	1.810 7	0.457 3	0.457 3
2	1.847 9	0.792 2	0.231 0	0.688 3
3	1.055 7	0.369 9	0.132 0	0.820 3
4	0.685 8	0.301 5	0.085 7	0.906 0
5	0.384 3	0.116 6	0.048 0	0.954 1
6	0.267 7	0.197 9	0.033 5	0.987 5
7	0.069 80	0.039 8	0.008 7	0.996 3
8	0.029 99		0.003 7	1.000 0

个成分的累计方差贡献率为0.906 0,理论上只需85%以上的累计贡献率即可认为其具有较强的信息代表性^[10]。因此前4个成分代表8个农艺性状绝大部分信息。通过农艺性状相关阵特征向量结果表明第一主成分Prin1相当于3.658 7个原始指标的作用,它反映原始数据信息量45.73%,其表达式

为 $Prin1=0.322 9X_1+0.285 3X_2+0.359 2X_3+0.387 1X_4+0.271 6X_5+0.465 1X_6+0.222 0X_7+0.442 9X_8$,表达式中茎粗和单株茎重两个性状的系数最大;第二主成分Prin2相当于1.847 9个原始指标的作用,其表达式为 $Prin2=-0.543 3X_1-0.552 4X_2+0.359 2X_3+0.249 7X_4+0.425 8X_5-0.157 9X_6+0.272 0X_7+0.154 5X_8$,表达式中蒴果数系数最大;第三主成分Prin3相当于1.055 7个原始指标的作用,其表达式为 $Prin3=0.191 2X_1+0.268 4X_2-0.302 5X_3-0.151 5X_4+0.352 0X_5-0.241 2X_6+0.725 8X_7-0.260 9X_8$,表达式中单株粒数系数最大;Prin4= $-0.060 5X_1+0.262 3X_2+0.559 5X_3-0.592 7X_4+0.379 6X_5-0.259 2X_6-0.211 3X_7+0.084 7X_8$,表达式中分茎数系数最大(表4)。

由此看出第一主成分决定导入后代在抗倒伏及原茎单产方面的能力,第二、三、四成分决定导入后代的结实能力。

表4 相关阵特征向量

	Prin1	Prin2	Prin3	Prin4	Prin5	Prin6	Prin7	Prin8
x_1	0.322 9	-0.543 3	0.191 2	-0.060 5	-0.049 6	0.214 2	0.288 9	-0.654 6
x_2	0.285 3	-0.552 4	0.268 4	0.262 3	0.039 4	0.009 0	0.067 0	0.683 0
x_3	0.359 2	0.182 1	-0.302 5	0.559 5	0.615 8	0.181 1	-0.065 3	-0.130 3
x_4	0.387 1	0.249 7	-0.151 5	-0.592 7	0.126 3	0.453 5	0.335 8	0.281 3
x_5	0.271 6	0.425 8	0.352 0	0.379 6	-0.577 1	0.372 1	-0.071 5	-0.017 8
x_6	0.465 1	-0.157 9	-0.241 2	-0.259 2	-0.173 1	-0.084 8	-0.771 1	-0.040 9
x_7	0.222 0	0.272 0	0.725 8	-0.211 3	0.407 6	-0.340 5	-0.127 5	-0.083 3
x_8	0.442 9	0.154 5	-0.260 9	0.084 7	-0.267 7	-0.673 8	0.423 2	-0.007 3

2.3 聚类分析

为了进一步描述后代个体间性状变异的特点,将26个单株采用类平均距离法进行聚类分析,结果表明:当平均距离D值取27.836时可将后代分为四大类,从树状图上很明显看到两极分化的现象(图1)。第I大类包括个体编号17、1、9、

3、20、22、23、13、14、21、4、16、24共13个单株;第II大类包括个体编号10、12、26共3个单株;第III大类包括个体编号2、25、11、15、18共5个单株;第IV大类包括个体编号5、7、6、8、19共5个单株。

将农艺性状按照聚类树状图进行统计分析(表5),结果表明:第I大类与兼用型亚麻性状相近,第II类为矮秆不结实类型,第III大类株高、工艺长度与受体接近,但单株茎重增加较为明显,有利变异较多,第IV大类以株高性状尤为突出,出现超亲现象。由此说明,花粉管通道导入后代的植株出现两极分化的现象。

3 结论与讨论

种质资源是育种工作者的重要材料,不同类型种质资源之间在性状上表现出差异性^[11]。种质资源创新是培育新品种的重要基础,种间杂交是种质资源创新的重要方式和手段,利用野生资源的优良基因改良栽培种的特性具有重要意义^[12]。

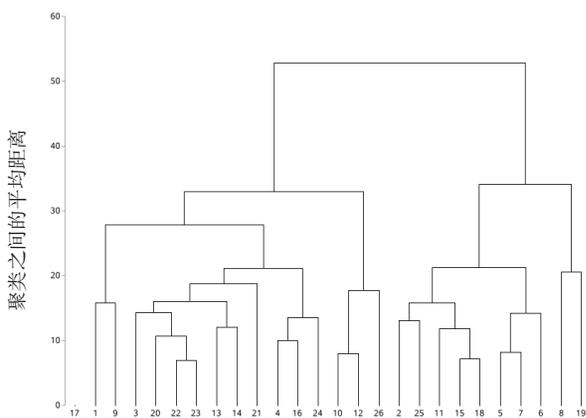


图1 聚类分析树状图

表5 各大类之间性状平均值

	株高 (cm)	工艺长度 (cm)	分茎数 (个)	分枝数 (个)	蒴果数 (个)	茎粗 (mm)	单株粒数 (完整)粒	单株茎重 (g)	类群特点
第Ⅰ大类	73.50	45.50	2.15	5.62	4.23	1.84	8.08	2.85	兼用性状
第Ⅱ大类	52.83	29.67	0.00	4.00	2.67	1.33	0.00	0.87	矮秆不结实
第Ⅲ大类	103.60	70.70	1.80	5.00	4.60	2.16	10.20	3.55	有利变异最多
第Ⅳ大类	112.00	73.20	2.00	5.20	3.20	2.14	9.80	2.66	株高超亲

从参试的结果看,180个单株仅有26株完成整个生育期,其余在自然选择条件下被淘汰,无法完成整个生育过程。在农艺性状的变异方面,以植株的结实能力变异较为突出,有的材料不结实,有的材料能结出完整种子,有的结出瘪种子。从单株粒数的标准差来看,该性状不符合正态分布,在变异过程中呈非连续性。采用野亚麻DNA导入栽培亚麻这种方式,会导致D₁代的结实能力下降。因此,提高导入后代的结实能力保留种源,也是未来需要研究的方向。茎粗、单株茎重方面变异也较为突出,后代中有部分材料的茎粗增加较明显,使得植株在田间表现出较强抗倒伏能力。单株茎重方面有部分个体远远超过受体吉亚1号,这个性状的变异,在提高原茎单产方面尤为重要。聚类分析中可以发现在保存下来的材料中第一大类与兼用型材料性状相近,需要进一步观察其变异的能力。第Ⅱ大类为矮秆不结实类型,可以淘汰。第Ⅲ大类出现有利变异较多,在保证株高、工艺长度方面结实性和单株茎重是最大的,是最有应用价值的,这些性状能否稳定遗传需要进一步研究。第Ⅳ大类表现为超亲类型,为育种重要的资源,结实性不高,需要通过分子生物学鉴定杂交种的真实性,发掘有利的突变基因,为分子育种打下良好基础。

参考文献:

- [1] 宋鑫玲,孙宇峰,曹洪勋,等.人工栽培条件下野生亚麻与栽培亚麻的形态学比较研究[J].农业科技通讯,2017(4):139-142.
- [2] 周玉雪,张金昊,张秀彤,等.大豆矮化突变体z110的生理及产量性状分析[J].东北农业科学,2019,44(6):20-23.
- [3] 韩信,范维坚.坚守“硬核内容”,方能走得更远—电视消息《中东沙漠种植中国海水稻获成功》创作感悟[J].新闻战线,2019(21):53-54.
- [4] 庞汉华,刘旭.栽培稻与野生稻杂交后代花粉植株的诱导及其性状表现[J].作物学报,2000(1):47-52.
- [5] 盛文涛,吴俊,柏斌,等.野生稻种质在水稻高产育种上的应用研究进展[J].南方农业学报,2017,48(2):222-230.
- [6] 王丽,马晓娣,米君,等.栽培亚麻×野生亚麻种间杂交胚胎发育的研究[J].河北农业大学学报,2007(5):19-22.
- [7] 张丽丽,白苇,米君,等.栽培亚麻×野生亚麻种间杂交种的真实性鉴定[J].华北农学报,2012,27(S1):57-60.
- [8] 康庆华.亚麻外源DNA导入的技术与实践[J].中国麻业科学,2012,34(4):165-168,189.
- [9] 王玉富,刘燕,杨学,等.亚麻外源DNA导入后代的遗传与变异研究[J].中国麻作,1999(3):8-12.
- [10] 曹洪勋,夏尊民,宋鑫玲,等.纤维用亚麻主要农艺性状的相关性和主成分分析[J].中国麻业科学,2016,38(2):75-78.
- [11] 张雪,徐立群,王庆峰,等.不同用途亚麻的研究进展[J].东北农业科学,2018,43(5):16-20.
- [12] 金晓飞,曹凤臣,徐丽娟,等.浅谈利用野生大豆创制育种资源和新品种[J].东北农业科学,2017,42(1):12-15.

(责任编辑:王昱)