

不同基因型亚麻氮利用效率差异分析

姚玉波, 吴广文, 黄文功, 康庆华, 姜卫东, 路 颖, 张树权

(黑龙江省农业科学院 经济作物研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:为了评价不同亚麻品种(系)在氮利用效率方面的差异,筛选出氮高效利用的亚麻种质资源,在大田试验条件下,以 25 份亚麻品种(系)作为试验材料,设置 2 个处理,分别为不施氮肥(N0)和施氮肥(N18),分析亚麻工艺长度、株高、全麻率、原茎产量、纤维产量及其与氮利用效率相关性。结果表明:施用氮肥有利于提高亚麻工艺长度、株高、全麻率、原茎产量和纤维产量;经过聚类分析,N0 条件下,筛选出氮高效利用的种质资源 1 份,黑亚 16;N18 条件下,筛选出氮高效利用的种质资源 5 份,分别是原 2012-297-1、双亚 12、双亚 10 号、New 和原 2012-283;N0 条件下,氮利用效率与工艺长度、株高、全麻率、原茎产量和纤维产量正相关,但未达到显著差异水平,N18 条件下,氮利用效率与株高、全麻率和纤维产量显著正相关($P < 0.05$),与工艺长度呈极显著正相关($P < 0.01$)。

关键词:亚麻;氮;利用效率;差异

中图分类号:S563.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2017)05-0012-06 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2017.05.0012

亚麻是重要的纤维作物和油料作物,我国是世界纤维亚麻的主要产区,黑龙江省的气候条件非常适合亚麻生产,是我国纤维亚麻的主产区^[1-3]。因此,提高黑龙江省亚麻科研水平,对亚麻生产的发展具有重要意义。

氮是生命所必需的核苷酸、蛋白质等物质的主要成分。在植物细胞中,氮是许多重要结构、遗传和代谢复合物的的重要组成部分,直接影响作物的生长发育。适当增加氮肥的施用量是作物获得高产的有效措施之一^[4]。然而,氮肥的过量施用不仅降低了作物对氮素的利用效率,而且造成了作物种植成本增加、资源浪费等问题^[5]。挖掘作物自身高效利用氮素的遗传潜力,并加以利用,近年来已成为国内外研究的热点^[6-8],从而减少氮肥投入。

大量研究表明,氮素营养对作物的影响因基因型而异^[9-21],充分挖掘作物吸收利用氮的遗传潜力,为氮利用效率的遗传改良提供了可能性。然而,目前有关亚麻氮素高效利用种质资源的收

集、筛选和鉴定工作做得很少。因此,本研究以我国丰富的亚麻种质资源为材料,通过评价氮利用效率的差异,筛选出氮高效利用的种质资源,为亚麻氮高效利用遗传育种提供亲本材料,同时为亚麻氮营养性状遗传改良奠定理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2014 年在黑龙江省农业科学院民主试验园区进行。供试土壤:黑土;基础肥力:碱解氮 104.50 mg·kg⁻¹,有效磷 23.70 mg·kg⁻¹,速效钾 209.00 mg·kg⁻¹,全氮 0.189%,全磷 0.08%,全钾 2.59%,有机质 26.20 g·kg⁻¹,pH 7.25。

1.2 材料

供试材料为 25 份纤用亚麻品种(系),即:sxy305、9801-1-1-7、白花、sxy222、原 2012-305、原 2012-300、m03057-26、r0340-2-2、sxy330、A0529-6-6、P0500-11、P9801-2-3、原 2012-281、原 2012-289、原 2012-297-1、WSH7-8、sxy303、原 2012-283、黑亚 16、黑亚 18、黑亚 20、New、双亚 10 号、双亚 12、美若林(黑龙江省农业科学院经济作物研究所提供)。试验所用肥料为尿素(N:46%)、重过磷酸钙(P₂O₅:46%)和硫酸钾(K₂O:50%)。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 设置不施氮肥(N:0 kg·hm⁻²)和大田施氮肥水平(N:18 kg·hm⁻²)两个处理,磷肥和钾肥施肥量相同,分别是 P₂O₅:46 kg·hm⁻²,K₂O:25 kg·hm⁻²。

收稿日期:2017-03-07

基金项目:黑龙江省农业科学院引进博士人员科研启动基金资助项目(201507-39);国家麻类产业技术体系资助项目(CARS-19-S03);农业部麻类生物学与加工重点实验室开放课题资助项目(201603)

第一作者简介:姚玉波(1984-),女,黑龙江省青冈县人,博士,助理研究员,从事作物栽培、育种和养分高效利用研究。E-mail:y. yb1984@163.com。

通讯作者:康庆华(1974-),女,黑龙江省哈尔滨市人,硕士,研究员,从事麻类遗传育种研究。E-mail:kang_qinghua@126.com。

每个品种(系)每个处理播种行长 2 m,行距 0.20 m,3 行,手播,有效播种粒数为 2 000 粒·m²,每个处理 3 次重复。

1.3.2 测定项目及方法 工艺成熟期收获,测定株高、工艺长度、原茎产量、纤维产量、全麻率、植株氮含量和植株氮积累量。氮含量采用凯氏定氮仪测定^[17],氮积累量=植株干物重×植株氮含量;氮利用效率=纤维产量/植株氮积累量。

采用 SPSS17.0 和 Excel 2003 统计分析软件进行数据统计和分析。

2 结果与分析

2.1 不同氮肥条件下亚麻产量性状和农艺性状差异

在不同氮肥水平下,25 份试验材料的产量性状和农艺性状存在明显差异。工艺长度,10 份材料在 N0 条件下高于 N18 条件下,差值为 0.20~8.10 cm,变化幅度 0.37%~11.77%,7 份材料差异显著;15 份材料 N18 处理高于 N0 处理,差值为 0.24~6.20 cm,变化幅度 0.39%~9.47%,11

份材料差异显著。10 份材料在 N0 条件下时株高高于 N18 条件下,差值为 0.60~12.23 cm,变化幅度 0.72%~16.47%,8 份材料差异显著;15 份材料 N18 处理株高高于 N0 处理,差值为 0.40~6.63 cm,变化幅度 0.50%~9.87%,11 份材料差异显著。全麻率,3 份材料在 N0 条件下时高于 N18 条件下,差值为 0.12~1.31 kg·hm⁻²,变化幅度 0.40%~3.88%,1 份材料差异显著;22 份材料在 N18 条件下时高于 N0 条件下,差值为 0.04%~5.08%,变化幅度 0.12%~20.13%,18 份材料差异显著。原茎产量,5 份材料在 N0 条件下时高于 N18 条件下,差值为 85.03~674.11 kg·hm⁻²,变化幅度 1.31%~10.28%,4 个品种(系)差异显著;20 份材料 N18 处理高于 N0 处理,差值为 170.45~2 300.19 kg·hm⁻²,变化幅度 1.77%~42.04%,所有材料均差异显著。纤维产量,24 份材料在 N18 条件下时高于 N0 条件下,差距为 22.51~776.61 kg·hm⁻²,变化幅度 1.38%~64.92%,17 份材料差异显著(见表 1)。

表 1 不同氮肥条件下亚麻产量性状和农艺性状差异

Table 1 Difference of yield and agronomic traits of flax under different nitrogen fertilizer levels

品种(系) Varieties(Lines)	处理 Treatments	株高/cm Height	工艺长度/cm Technical length	原茎产量/(kg·hm ⁻²) Straw yield	纤维产量/(kg·hm ⁻²) Fiber yield	全麻率/% Fiber content
sxy305	N0	70.43 Aa	64.23 Aa	5689.67 Bb	1230.30 Bb	28.54 Bb
	N18	69.50 Bb	60.07 Bb	7061.88 Aa	1737.57 Aa	31.18 Aa
9801-1-1-7	N0	77.10 Bb	69.50 Bb	9019.00 Bb	1762.44 Bb	25.99 Bb
	N18	82.10 Aa	75.07 Aa	9826.24 Aa	2078.09 Aa	28.11 Aa
白花	N0	72.03 Aa	62.27 Aa	6751.22 Aa	1134.64 Bb	23.09 Bb
	N18	64.30 Bb	56.40 Bb	6598.87 Bb	1353.36 Aa	27.17 Aa
sxy222	N0	72.50 Bb	64.93 Aa	6230.50 Bb	1464.16 Bb	30.30 Bb
	N18	73.83 Aa	65.27 Aa	7609.66 Aa	1884.58 Aa	32.02 Aa
原 2012-305	N0	72.27 Aa	62.87 Aa	7369.00 Bb	1436.36 Aa	26.03 Aa
	N18	68.00 Bb	60.87 Bb	7650.41 Aa	1491.62 Aa	26.09 Aa
原 2012-300	N0	64.83 Aa	56.90 Aa	7334.78 Bb	1418.85 Bb	28.33 Bb
	N18	65.60 Aa	56.63 Aa	9264.57 Aa	1852.34 Aa	29.29 Aa
m03057-26	N0	83.50 Aa	76.03 Bb	8701.56 Aa	1353.99 Bb	20.56 Bb
	N18	82.90 Aa	77.57 Aa	8365.36 Bb	1497.72 Aa	24.27 Aa
r0340-2-2	N0	67.17 Bb	61.77 Bb	6447.00 Bb	1193.36 Bb	24.46 Bb
	N18	73.80 Aa	65.73 Aa	7528.57 Aa	1602.37 Aa	28.37 Aa
sxy330	N0	72.50 Bb	64.10 Aa	7764.67 Aa	1636.55 Aa	25.00 Bb
	N18	74.97 Aa	64.97 Aa	7528.49 Bb	1659.06 Aa	28.27 Aa

续表 1 Continuing Table 1

品种(系)	处理	株高/cm	工艺长度/cm	原茎产量/(kg·hm ⁻²)	纤维产量/(kg·hm ⁻²)	全麻率/%
Varieties(Lines)	Treatments	Height	Technical length	Straw yield	Fiber yield	Fiber content
A0529-6-6	N0	63.60 Aa	54.27 Aa	5446.11 Bb	1342.61 Aa	32.61 Aa
	N18	62.83 Aa	54.07 Aa	5670.32 Aa	1414.77 Aa	32.65 Aa
P0500-11	N0	82.83 Aa	72.07 Aa	7231.11 Aa	1457.48 Aa	26.12 Aa
	N18	75.10 Bb	66.07 Bb	6557.00 Bb	1307.07 Bb	25.93Aa
P9801-2-3	N0	72.17 Bb	63.17 Bb	5500.67 Bb	1065.27 Aa	25.23 Bb
	N18	78.17 Aa	66.07 Aa	5744.87 Aa	1121.95 Aa	30.31 Aa
原 2012-281	N0	73.17 Bb	66.07 Aa	5840.66 Bb	1198.75 Bb	26.39 Bb
	N18	74.13 Aa	67.13 Aa	7444.42 Aa	1597.61 Aa	28.32 Aa
原 2012-289	N0	75.00 Aa	65.07 Bb	5471.78 Bb	1196.24 Bb	28.83 Bb
	N18	74.07 Bb	67.07 Aa	7771.97 Aa	1972.85 Aa	33.20 Aa
原 2012-297-1	N0	83.17 Bb	75.07 Bb	7081.78 Bb	1466.98 Bb	27.05 Bb
	N18	88.17 Aa	79.00 Aa	7601.40 Aa	1840.71 Aa	30.92 Aa
WSH7-8	N0	62.17 Bb	58.77 Bb	6558.11 Aa	1438.04 Aa	28.40 Aa
	N18	68.47 Aa	61.03 Aa	6473.08 Aa	1471.53 Aa	29.10 Aa
sxy303	N0	68.17 Bb	61.13 Aa	5234.33 Bb	1212.78 Bb	30.10 Aa
	N18	70.40 Aa	61.37 Aa	6017.41 Aa	1426.71 Aa	29.98 Aa
原 2012-283	N0	76.00 Aa	68.73 Bb	7372.45 Bb	1570.81 Bb	27.47 Bb
	N18	76.47 Aa	69.47 Aa	7632.65 Aa	1785.76 Aa	29.68 Aa
黑亚 16	N0	80.00 Aa	70.13 Aa	9638.22 Bb	2035.82 Aa	27.17 Aa
	N18	80.40 Aa	69.07 Bb	9808.67 Aa	2123.18 Aa	27.81 Aa
黑亚 18	N0	62.00 Bb	51.10 Bb	5610.22 Bb	1111.75 Bb	25.89 Bb
	N18	64.43 Aa	54.00 Aa	5853.82 Aa	1329.37 Aa	29.37 Aa
黑亚 20	N0	65.17 Aa	57.17 Aa	6393.67 Bb	1447.71 Bb	26.08 Bb
	N18	63.10 Bb	55.17 Bb	7356.81 Aa	1552.44 Aa	27.25 Aa
New	N0	67.17 Aa	55.40 Bb	7408.44 Bb	2032.79 Aa	35.10 Aa
	N18	67.83 Aa	57.83 Aa	7704.33 Aa	2071.75 Aa	33.79 Bb
双亚 10 号	N0	86.50 Aa	76.93 Aa	8198.56 Bb	2071.46 Bb	30.72 Bb
	N18	74.27 Bb	68.83 Bb	8805.55 Aa	2429.36 Aa	35.54 Aa
双亚 12	N0	76.17 Bb	65.50 Bb	6053.89 Bb	1409.28 Bb	28.29 Bb
	N18	77.67 Aa	71.70 Aa	7571.23 Aa	1868.19 Aa	31.79 Aa
美若林	N0	71.50 Aa	60.50 Aa	5671.55 Bb	1512.69 Bb	34.54 Bb
	N18	69.60 Bb	60.00 Aa	6084.38 Aa	1681.97 Aa	35.60Aa

大写和小写字母分别代表不施氮和施氮处理在 0.01 和 0.05 水平差异显著,下同。
Capital letters and lowercases mean significant difference at 0.01 and 0.05 levels between N0 and N18, respectively. The same below.

2.2 25 份亚麻材料氮利用效率的差异

从表 2 看出,氮肥水平显著影响了不同品种(系)的氮利用效率。N0 条件下,氮利用效率最高的是黑亚 16,为 29.73 kg·kg⁻¹,与其它材料

达到极显著差异水平;氮利用效率最低的是 m03057-26,为 10.65 kg·kg⁻¹,与其它材料达到极显著差异水平;氮高效利用的前 5 份材料的平均值为 23.26 kg·kg⁻¹,氮低效利用的前 5 份材料的

平均值为 13.62 kg•kg⁻¹,前者为后者的 1.71 倍。N18 条件下,氮利用效率最高的是原 2012-297-1,为 23.35 kg•kg⁻¹,与双亚 12 未达到显著差异水平,两者与其它材料达到极显著差异水平;氮利用效率最低的是黑亚 20,为 11.89 kg•kg⁻¹,极显著低于其他材料;氮高效利用的前 5 份材料的平均值为 22.62 kg•kg⁻¹,氮低效利用的前 5 份材料的平均值为 13.87 kg•kg⁻¹,前者是后者的 1.63 倍。

表 2 25 份亚麻材料氮利用效率差异
Table 2 Difference of nitrogen use efficiency of 25 varieties(lines)

N0		N18	
品种(系) Varieties (lines)	N 利用效率/ (kg•kg ⁻¹) N use efficiency	品种(系) Varieties (lines)	N 利用效率/ (kg•kg ⁻¹) N use efficiency
黑亚 16	29.73 Aa	原 2012-297-1	23.35 Aa
sxy222	22.59 Bb	双亚 12	23.32 Aa
A0529-6-6	21.64 Cc	双亚 10	22.59 Bb
原 2012-297-1	21.50 Cc	原 2012-283	22.54 Bb
sxy305	20.85 CDd	New	21.31 Cc
New	20.10 DEe	黑亚 16	19.36 Dd
原 2012-289	19.90 Eef	A0529-6-6	19.21 Dd
双亚 10 号	19.87 Eef	原 2012-289	17.99 Ee
sxy303	19.83 Eef	sxy222	17.84 Eef
黑亚 18	19.34 EFf	P9801-2-3	17.78 Eef
美若林	19.26 EFf	sxy303	17.39 EFfg
WSH7-8	18.47 FGg	r0340-2-2	16.99 FGgh
P0500-11	18.09 Ggh	美若林	16.99 FGgh
双亚 12	18.06 Ggh	9801-1-1-7	16.91 FGh
原 2012-300	18.03 Ggh	m03057-26	16.39 GHi
原 2012-283	17.76 Gh	WSH7-8	16.20 HIi
原 2012-281	17.71 Gh	原 2012-300	15.94 HIJij
原 2012-305	16.29 Hi	sxy305	15.62 IJKjk
黑亚 20	15.81 Hi	原 2012-281	15.36 JKkl
P9801-2-3	15.77 Hi	黑亚 18	15.26 Kkl
sxy330	15.63 Hi	P0500-11	15.11 Kl
9801-1-1-7	14.17 Ij	sxy330	15.03 Kl
r0340-2-2	14.02 Ij	原 2012-305	13.93 Lm
白花	13.61 Ij	白花	13.41 Ln
m03057-26	10.65 Jk	黑亚 20	11.89 Mo

2.3 25 份亚麻材料氮利用效率的聚类分析

从图 1 看出,N0 条件下,对 25 份材料的氮利用效率进行聚类分析,可分为 4 类。黑亚 16 划分

为一类,为 N 高效利用品种;P9801-2-3、原 2012-305、黑亚 20、sxy330、9801-1-1-7、r0340-2-2、白花和 m03057-26 划分为另一类,为 N 低效利用品种(系);其余 16 个品种(系)N 利用效率居中。

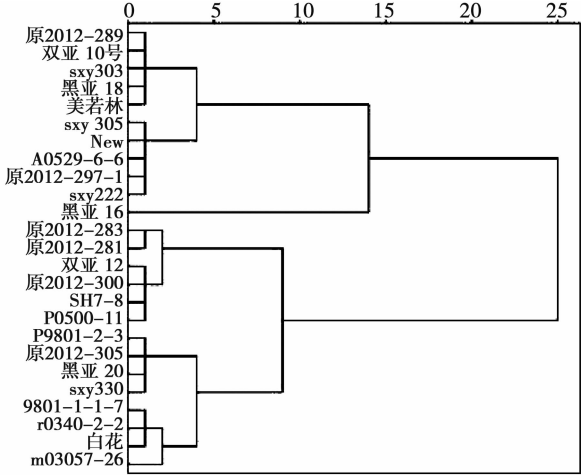


图 1 N0 条件下不同亚麻品种(系)氮利用效率差异聚类分析(平方欧式距离)
Fig. 1 Clustering analysis diagram of nitrogen use efficiency among different varieties (lines) under N0 condition (Squared Euclidean distance)

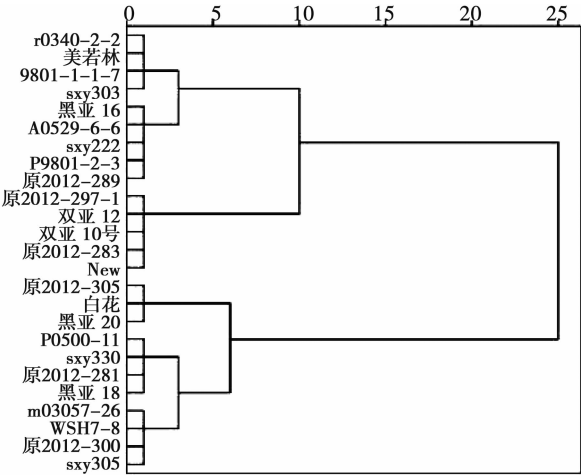


图 2 N18 条件下不同亚麻品种(系)氮利用效率差异聚类分析(平方欧式距离)
Fig. 2 Clustering analysis diagram of nitrogen use efficiency among different varieties (lines) under N18 condition (Squared Euclidean distance)

从图 2 看出,N18 条件下,对 25 个亚麻品种(系)氮利用效率进行聚类分析,可分为 4 类。原 2012-297-1、双亚 12、双亚 10 号、原 2012-283 和 New 划分为一类,为 N 高效利用品种(系);原 2012-305、白花和黑亚 20 划分为另一类,为 N 低效利用品种(系);其余 17 个品种(系)N 利用效率

居中。

2.4 氮利用效率与产量性状和农艺性状相关性分析

由表 3 可知,N0 条件下,氮利用效率与工艺

长度、株高、全麻率、原茎产量和纤维产量正相关,但均未达到显著差异水平;N18 条件下,氮利用效率与株高、全麻率和纤维产量显著正相关,与工艺长度正相关达到极显著水平。

表 3 氮利用效率与产量性状和农艺性状相关性

Table 3 The correlation between nitrogen use efficiency and characters

处理 Treatments	株高/cm Height	工艺长度/cm Technical length	原茎产量/(kg·hm ⁻²) Straw yield	纤维产量/(kg·hm ⁻²) Fiber yield	全麻率/% Fiber content
N0	0.032	0.060	0.057	0.633	0.688
N18	0.808 *	0.898 * *	0.535	0.738 *	0.784 *

3 结论与讨论

20 世纪 80 年代以来,施用氮肥有效地提高了我国粮食产量。从 1981 至 2008 年,我国的氮肥用量涨幅达到 63%,氮肥消费量增长将近 2 倍^[22]。然而,随着氮肥施用量的增加,粮食产量并未呈现持续上升的趋势,甚至还成为产量提高的限制因子。因此,在现代作物生产中,人们十分关注如何提高作物对 N 的利用效率^[11]。通过提高氮素的利用效率,不仅有利于提高作物产量、降低成本,还可以有效缓解大量施用氮肥所带来的环境问题。

研究发现,低氮条件下,不同水稻品种的氮利用效率与单株产量呈显著正相关^[23]。阮新民等研究表明,中低氮处理条件下,氮高效利用水稻品种的单株产量显著高于氮低效利用品种^[24]。朴钟泽等研究表明,施氮处理条件下 9 个水稻品种的稻谷产量均显著高于未施氮处理^[7]。徐祥玉认为,施氮和不施氮条件下,不同基因型夏玉米的产量和生物量都存在显著差异^[25]。张锡洲等研究表明,不同氮素生产效率小麦基因型在拔节期、抽穗期和成熟期的氮素生产效率均达到了极显著差异水平^[19]。本研究结果表明,氮肥水平对不同氮利用效率基因型亚麻的农艺性状和产量性状存在显著影响。施用氮肥提高了 15 个亚麻品种(系)的株高和工艺长度,其中 11 个品种(系)达到显著差异水平;提高了 20 个亚麻品种(系)的原茎产量,均达到显著差异水平;提高了 24 个亚麻品种(系)的纤维产量,其中 17 个品种(系)达到显著差异水平;提高了 22 个亚麻品种(系)的全麻率,其中 18 个品种(系)达到显著差异水平。可见,施用氮肥有利于提高亚麻的产量和品质。

近年来的研究表明,氮利用效率对氮效率的贡献随物种、基因型、环境条件等的变化而变

化^[26-27]。阮新民等研究发现,相同供氮条件下,氮高效利用水稻品种的氮利用效率高于氮低效利用品种^[24]。殷春渊等对长江中下游地区 20 个粳稻品种的研究结果表明,氮素累积量和氮素利用率均随着生育期的延长呈逐渐上升趋势,并且高产类型明显高于低产类型^[21]。Presterl 等以欧洲精选玉米品系为试验材料,分析在氮吸收和氮利用效率方面存在的表性差异,结果显示,低氮条件下,低氮利用效率杂交种的平均产量更高,在高氮条件下无显著差异^[28]。陆大雷等研究发现,相同施氮处理条件下,不同基因型玉米氮利用效率存在显著差异^[18]。对小麦的研究结果表明,氮高效基因型小麦的籽粒产量是低效基因型的 3.44 倍和 2.86 倍,籽粒氮积累量分别为 6 943.06 倍和 2.81 倍^[19]。张锡洲等采用动态聚类方法,按氮素生产效率从低到高将供试小麦品种划分为 5 种类型^[19]。本研究结果与前人研究结果基本一致,25 个亚麻品种(系)氮利用效率存在明显差异。N0 条件下,氮利用效率在 10.65~29.73 kg·kg⁻¹,经聚类分析可分为 4 类,其中 N 高效利用品种 1 份,黑亚 16;N18 条件下,氮利用效率在 11.89~23.35 kg·kg⁻¹,经聚类分析分为 4 类,其中 N 高效利用品种(系)5 份,分别是原 2012-297-1、双亚 12、双亚 10 号、原 2012-283 和 New。本研究结果表明,N0 条件下,氮利用效率与各农艺性状和产量性状均未达到显著相关;N18 条件下,氮利用效率与株高、工艺长度、纤维产量和全麻率极显著或显著正相关,可以作为氮高效利用品种选育的主要目的性状。

参考文献:

[1] FAO Databank[DB/OL]. [2008-12-01]. <http://faostat.fao.org/site/567/default>.
[2] 姚玉波. 不同品种亚麻种子萌发期抗旱性鉴定[J]. 核农学报, 2015, 29(10): 2033-2039.

- [3] 姚玉波,吴广文,黄文功,等.不同基因型亚麻钾利用效率差异分析[J].作物杂志,2016(4):80-85.
- [4] 马雪峰,高旻,程治军.植物氮素吸收与利用的分子机制研究进展[J].作物杂志,2013(4):32-38.
- [5] Sekhon G S. Fertilizer-N use efficiency and nitrate pollution of groundwater in developing countries[J]. Environmental Pollution, 1996, 93(3): 366.
- [6] 张定一,张永清,杨武德.不同基因型小麦对低氮胁迫的生物学响应[J].作物杂志,2006,32(9):1349-1354.
- [7] 朴钟泽,韩龙植,高熙宗.水稻不同基因型氮素利用效率差异[J].中国水稻科学,2003,17(3):233-238.
- [8] 黄农荣,钟旭华,郑海波.水稻氮高效基因型及其评价指标的筛选[J].中国农学通报,2006,22(6):29-34.
- [9] 王艳,米国华,陈范骏,等.玉米氮素吸收的基因型差异及其与根系形态的相关性[J].生态学报,2003,23(2):297-302.
- [10] 张亚丽,樊剑波,段英华.不同基因型水稻氮利用效率的差异及评价[J].土壤学报,2008,45(2):267-273.
- [11] 孙传范,戴廷波,荆奇,等.小麦品种氮利用效率的评价指标及其氮营养特性研究[J].应用生态学报,2004,15(6):983-987.
- [12] Tirol-Padre A, Lagha J K, Singh U, et al. Grain yield performance of rice genotypes at suboptimal levels of soil N as affected by N uptake and utilization efficiency[J]. Field Crops Research, 1996, 46: 127-143.
- [13] Singh U, Lagha J K, Castillo E G, et al. Genotypic variation in nitrogen use efficiency in medium- and long-duration rice[J]. Field Crops Research, 1998, 58: 35-53.
- [14] Koutroubasa S D, Ntanosb D A. Genotypic differences for grain yield and nitrogen utilization in Indica and Japonica rice under Mediterranean conditions[J]. Field Crops Research, 2003, 83: 251-260.
- [15] De Datta S H, Broadbent F E. Nitrogen-use efficiency of 24 rice genotypes on an N-deficient soil[J]. Field Crops Research, 1990, 23: 81-92.
- [16] Ladha J K, Kirk G J D, Bennett J, et al. Opportunities for increased nitrogen-use efficiency from improved lowland rice germplasm[J]. Field Crops Research, 1998, 56: 41-71.
- [17] Ohnishi M, Horie T, Homma K, et al. Nitrogen management and cultivar effects on rice yield and nitrogen use efficiency in Northeast Thailand [J]. Field Crops Research, 1999, 64: 109-120.
- [18] 陆大雷,刘小兵,赵久然,等.玉米氮素吸收利用的基因型差异[J].植物营养与肥料学报,2008,14(2):258-263.
- [19] 张锡洲,阳显斌,李廷轩,等.小麦氮素利用效率的基因型差异[J].应用生态学报,2011,22(2):369-375.
- [20] 匡艺,李廷轩,张锡洲,等.小黑龙氮利用效率基因型差异及评价[J].植物营养与肥料学报,2011,17(4):845-851.
- [21] 殷春渊,张庆,魏海燕,等.不同产量类型水稻基因型氮素吸收、利用效率的差异[J].中国农业科学,2010,43(1):39-50.
- [22] Guo J H, Liu X J, Zhang Y, et al. Significant acidification in major Chinese croplands [J]. Science, 2010, 327: 1008-1010.
- [23] Witcombe J R, Hollington P A, Howarth C J, et al. Breeding for abiotic stresses for sustainable agriculture[J]. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 2008, 363(1492):703-716.
- [24] 阮新民,施伏芝,从夕汉,等.氮高效利用水稻碳代谢物含量的变化特征[J].作物杂志,2015(6):76-83.
- [25] 徐祥玉,张敏敏,翟丙年,等.夏玉米氮效率基因型差异研究[J].植物营养与肥料学报,2006,12(4):495-499.
- [26] 刘建安,米国华,陈范骏,等.玉米杂交种氮效率基因型差异[J].植物营养与肥料学报,2002,8(3):276-281.
- [27] Ortiz Monasterio R J I, Sayre K D, Rajaram S, et al. Genetic progress in wheat yield and nitrogen use efficiency under four nitrogen rates[J]. Crop Science, 1997, 37: 898-904.
- [28] Prestler T, Groh S, Landbeck M, et al. Nitrogen uptake and utilization efficiency of European maize hybrids developed under conditions of low and high nitrogen input[J]. Plant Breeding, 2002, 121: 480-486.

Difference Analysis of Nitrogen Use Efficiency Among Different Flax Genotype

YAO Yu-bo, WU Guang-wen, HUANG Wen-gong, KANG Qing-hua, JIANG Wei-dong, LU Ying,
ZHANG Shu-quan

(Institute of Industrial Crops, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract: In order to evaluate the difference of nitrogen use efficiency among different flax varieties (lines) and screen nitrogen high efficiency utilization germplasm resources, under field condition, with two nitrogen levels (N0 and N18), 25 flax varieties (lines) were used to investigate technical length, height, fiber content, straw yield, fiber yield and the correlation with nitrogen use efficiency. The results showed that nitrogen had a significant improvement on technical length, height, fiber content, straw yield and fiber yield of flax. One nitrogen high efficiency utilization germplasm resources were screened out (Heiya 16) under N0 condition, five nitrogen

20 份糯性糜子品种的遗传多样性分析

闫 锋,姜元麒,王 成,曾玲玲,卢 环,董 扬,赵 蕾

(黑龙江省农业科学院 齐齐哈尔分院,黑龙江 齐齐哈尔 161006)

摘要:为选育优质、高产的糜子新品种,对 20 个糯性糜子品种的 7 个农艺性状进行了遗传多样性研究。结果表明:参试的 20 份糜子品种遗传多样性比较丰富,单穗粒重的遗传多样性指数最高,为 2.19,主茎节数的多样性指数最低,为 1.37。基于农艺性状的聚类分析把 20 份种质分为 5 大组群,其中,第一组群的齐泰 1 号这份材料的产量最高;第五组群的内糜 8 号和雁泰 11 的穗粒重在所有参试材料中是最高的,属于丰产型种质,应作为糜子杂交育种的亲本加以重点利用。

关键词:糯性糜子;农艺性状;遗传多样性

中图分类号:S516 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2017)05-0018-04 **DOI:**10.11942/j.issn1002-2767.2017.05.0018

糜子(*Panicum miliaceum* L.)起源于中国,又称黍、稷,在我国已经有 7 000 多年的栽培历史,具有耐旱、耐瘠薄等优良的特性^[1]。作物的种质资源是育种工作者在实际工作中需要进行遗传改良的物质基础,是育种家手中宝贵的财富。在农作物的育种工作中如果要合理有效地利用好种质资源,就要求育种家对所掌握的种质资源十分了解,所以,对种质资源进行全面系统的鉴定评价,充分了解每份种质的生长特性就十分必要。遗传多样性研究在形态学水平上具有简单、易行、快速等特点,已在大豆^[2]、甜高粱^[3]、小豆^[4]、荞麦^[5]、油菜^[6]等作物研究中得到应用。黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院的糜子研究起始于 20 世纪 50 年代,历经 60 余年,积攒了丰富的糜子种质资源,同时也对资源材料进行形态学水平上的遗传多样性研究,以期筛选出优良的糜子种质资源,为杂交选育优质、高产的糜子新品种,提高育种效率提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

参试品种为来自 7 个育种单位的育成品种,共计 20 份(见表 1)。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 本试验采用顺序排列方法,不设重复,4 行区,每个小区种植面积 20.8 m²。简述播种日期及栽培管理。

表 1 参试的 20 份糜子品种
Table 1 20 millet cultivated varieties
in this study

参试品种 Varieties	育成单位 Source
内糜 7 号、内糜 8 号、伊选黄糜	内蒙古鄂尔多斯市农业科学研究所
赤黍 1 号、赤黍 2 号	内蒙古赤峰市农牧科学研究院
齐泰 1 号	黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院
宁糜 12、宁糜 15	宁夏固原市农业科学研究所
榆黍 1 号	西北农林科技大学
晋黍 7 号	山西省农业科学院品种资源研究所
晋黍 1 号、晋黍 3 号、晋黍 4 号、晋黍 5 号、晋黍 6 号、雁黍 7 号、雁黍 8 号、晋黍 8 号、晋黍 9 号、雁黍 11	山西省农业科学院高寒区作物研究所

收稿日期:2017-03-10
第一作者简介:闫锋(1982-),男,黑龙江省牡丹江市人,推广硕士,助理研究员,从事杂粮作物育种与栽培研究。E-mail:yanfeng6338817@126.com。

high efficiency utilization germplasm resources were screened out (Yuan 2012-297-1,Shuangya12,Shuangya10, Yuan 2012-283 and New) under N18 condition by cluster analysis. Under N0 condition,nitrogen use efficiency had a positive correlation but not significant with technical length,height,fiber content,straw yield and fiber yield,under N18 condition,nitrogen use efficiency had a significant positive correlation with height ($P<0.05$), fiber content($P<0.05$),fiber yield ($P<0.05$) and technical length ($P<0.01$). The results would provide theoretical basis for investigation of nitrogen high efficiency utilization mechanism and breeding nitrogen high efficiency utilization varieties.

Keywords: flax; nitrogen; use efficiency; difference