

高粱籽粒单宁遗传规律研究

苏德峰,焦少杰,王黎明,姜艳喜,严洪冬,孙广全

(黑龙江省农业科学院 作物育种研究所,黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:为促进专用型高粱选育,采用 NC II 不完全双列杂交试验设计配制杂交组合,研究高粱单宁的遗传效应。结果表明:在选育单宁含量高的杂交组合时,首先要重视对双亲一般配合力的选择,在选择双亲高单宁含量的同时,注重特殊配合力的应用;单宁性状的广义遗传力较高,在后代中遗传能力很强,且主要受基因控制,受环境影响较小,能稳定传递;单宁的杂种优势较高,在杂交育种中较易获得高单宁的杂交种,但其超高亲优势低,要重点选择双亲平均值高的材料作亲本。

关键词:高粱;籽粒;单宁;广义遗传力

中图分类号:S514 文献标识码:A 文章编号:1002-2767(2017)12-0001-04 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2017.12.0001

我国在 20 世纪 50 年代开始高粱杂交育种工作,经过育种家的不断努力,我国的高粱平均单产已经达到世界领先水平^[1]。随着我国经济的增长,人民生活水平的提高,高粱的用途已经发生了很大的改变,目前主要用作酿酒原料。近年来,受市场调节影响,高粱育种由高产育种逐步向品质育种转变,高粱籽粒的品质指标与酒的产量和品质有着十分密切的关系,特别是籽粒中所含淀粉和单宁的含量对酒的品质起着决定性的作用^[2]。单宁能在酿酒过程中通过微生物作用产生丁香酸和丁香醛等芳香味化合物增加白酒的风味,使中国白酒具有独特的色、香、味,同时,单宁还能够在发酵过程中抑制有害微生物,提高出酒率^[3]。然而,目前对高粱单宁遗传方面的研究较少,在育种上可以借鉴的理论依据不多。本研究采用 NC II 不完全双列杂交试验设计配制杂交组合,分析单宁的遗传表现,为专用型高粱选育提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为高粱 8 个不育系,其中高单宁不育系 3 个(425A、453A、464A)和低单宁不育系 5 个(443A、314A、465A、L407A、09422A)。恢复系共 6 个,其中高单宁恢复系 5 个(LNR-1、97041、12118、12591、N54)和低单宁恢复系 1

个(LNR-2)(见表 1)。

表 1 供试材料类型及品质性状
Table 1 Types and quality characteristics of materials

类型 Types	材料 Material	单宁含量/% Tannins content
不育系 Sterile lines	425A	1.34
	453A	1.18
	464A	1.54
	443A	0.16
	314A	0.23
	465A	0.17
	09422A	0.11
	L407A	0.09
恢复系 Restorer lines	LNR-1	1.03
	N54	1.50
	97041	1.28
	12118	1.75
	12591	1.09
	LNR-2	0.34

1.2 方法

1.2.1 试验设计 按 NC II 不完全双列杂交试验设计方法,以不育系为母本,以恢复系为父本,配制48(8×6)个杂交组合。对 48 个组合进行随机区组设计种植。行长 5 m,3 行区,3 次重复。行距 0.66 m,株距 0.1 m。于完熟期取中间行植株脱粒用于品质测定。

1.2.2 测定项目及方法 单宁含量测定方法为比色法,测定标准为 GB/T15686-2008^[4]。

收稿日期:2017-10-21
基金项目:“十二五”国家科技支撑计划资助项目(2013BAD01B05-10);现代农业产业技术体系资助项目(CARS-06-01-05)
第一作者简介:苏德峰(1978-),男,黑龙江省穆棱市人,硕士,助理研究员,从事高粱育种研究。E-mail: sdfghy333@126.com。

同时对杂种优势进行分析,包括中亲优势和超亲优势,计算公式分别为:

中亲优势(%) = $[hF_1 - h(P_1 + P_2)/2]/h(P_1 + P_2) \times 100$

式中,P₁○ 母本单宁含量、P₂○ 父本单宁含量、hF₁○ 杂交一代单宁含量。

超亲优势(%) = $(hF_1 - hH_P)/hH_P \times 100$

式中,hH_P 为高单宁含量亲本的单宁含量、

hF₁ 为杂交一代单宁含量。
1.2.3 数据统计分析 运用 DPS 软件,采用 ANOVA 程序对 NCII 杂交后代及亲本进行配合力和遗传力分析。

2 结果与分析

2.1 各组合单宁含量的分析

由表 2 可知,425A×12118 组合的单宁含量最高,09422A×N54 组合的单宁含量最低。

表 2 各组合的单宁含量平均值

Table 2 Average value of tannin content in the combinations

亲本 Parents	单宁含量/% Tannins content					
	LNR-1	LNR-2	N54	97041	12118	12591
425A	1.70	1.72	1.68	1.52	1.73	1.47
443A	0.84	0.88	1.47	1.21	1.02	1.27
453A	1.27	1.35	1.37	1.21	1.13	0.41
314A	1.10	0.84	1.00	1.00	1.13	1.01
464A	1.00	1.17	1.19	1.29	1.55	1.21
465A	1.10	0.94	1.37	1.18	1.21	1.44
09422A	0.87	0.92	0.17	1.32	1.43	1.40
L407A	0.91	0.81	1.07	1.28	0.99	1.37

由表 3 方差分析结果可以看出,各组合间单宁含量差异极显著,且母本间、父本间及母本×父本间差异达到极显著水平,说明单宁的遗传差异真实存在,可以进行配合力分析。由于母本和父本单宁含量存在极显著差异,因此,使杂交后代间

也具有极显著差异。其中,母本的方差高于父本,说明母本对杂交种单宁含量的影响高于父本,因此选育单宁含量高的杂交后代,应尤其注重对母本的选择。

表 3 单宁含量的方差分析

Table 3 Variance analysis of tannin content

来源 Source	自由度 df	平方和 Quadratic sum	均方 Mean square	F F value
区组 Block	2	0.00	0.00	0.88
组合 Combination	47	13.49	0.29	271.53**
母本 Female parent	7	5.14	0.73	3.38**
父本 Male parent	5	0.75	0.15	0.69**
母本×父本 Female parent×Male parent	35	7.60	0.22	205.51**
误差 Error	94	0.10	0.00	
合计 Total	143	13.59		

** 表示差异极显著。
** means significant difference at 0.01 level.

2.2 单宁含量的配合力分析

分别对各杂交组合单宁含量的一般配合力和特殊配合力进行了分析,由表 4 各组合单宁含量的一般配合力结果可以看出,母本一般配合力效

应值在-13.94~39.00,且存在较大差异,其中,425A 的一般配合力效应值最高,为 39.00。在所有亲本中,425A 的一般配合力远远高于其它亲本,且以 425A 为亲本配制的所有组合的单宁含

量的一般配合力效应值都是正值,可在选育高单宁含量的杂交育种中重点加以利用。父本中一般配合力效应值变化范围为-8.39~8.17,其中,12118、97041 的一般配合力较高,分别为 8.17、6.26。利用以上一般配合力较高的材料作亲本,较容易配制出单宁含量较高的杂交组合。

表 4 杂交后代单宁含量的一般配合力分析

Table 4 Analysis of general combining ability of tannin content in hybrid generation							
亲本 Parents	一般配合力 GCA						
	LN-1	LN-2	N54	97041	12118	12591	P ₁
425A	44.37	46.07	42.68	29.09	46.92	24.84	39.00
443A	−28.66	−25.27	24.84	2.76	−13.38	7.86	−5.31
453A	7.86	14.65	16.35	2.76	−4.03	65.18	−4.60
314A	−6.58	−28.66	−15.07	−15.07	−4.03	−14.23	−13.94
464A	−15.07	−0.64	1.06	9.55	31.63	2.76	4.88
465A	−6.58	−20.17	16.35	0.21	2.76	22.29	2.48
09422A	−26.11	−21.87	−85.56	12.10	21.44	18.90	−13.52
L407A	−22.72	−31.21	−9.13	8.70	−15.92	16.35	−8.99
P ₂	−6.69	−8.39	−1.06	6.26	8.17	1.70	

由表 5 各组合单宁含量的特殊配合力结果可以看出,组合间特殊配合力范围为-70.98~31.21,存在较大差异,可利用其中特殊配合力高的组合选育单宁含量高的杂交后代。所有组合中,443A×N54、09422A×12591、453A×LN-2 以及 09422A×12118 的特殊配合力较高,分别为 31.21、30.71、27.64 和 26.79。

由单宁含量的一般配合力和特殊配合力的分析结果可看出,为选育出单宁含量高的杂交后代,应在利用一般配合力高的材料作亲本的同时,注重对特殊配合力的利用。

2.3 单宁含量的杂种优势分析

分别对各杂交组合单宁含量的中亲优势和超亲优势进行了分析,从表 6 结果可看出,杂交后代

单宁含量的中亲优势最高为 308.89%,最低为-78.88%,组合间存在较大差异,且大多数为正优势组合,负优势组合少。中亲优势平均为 60.56%,说明单宁的中亲优较强,可利用中亲优势选育单宁含量高的杂交后代。

从表 7 单宁的超亲优势结果可看出,超亲优势最高为 176.47%,最低为-88.67%,组合间存在较大差异。超亲优势平均为 7.44%,优势不强,说明难以利用超亲优势选育单宁含量高的杂交后代。

综合分析单宁含量的中亲优势和超亲优势可看出,中亲优势远远高于超亲优势,在杂交种选育中应对双亲的单宁含量都要重视,并重点考虑对双亲单宁含量平均值的选择。

表 5 杂交后代单宁含量的特殊配合力分析

Table 5 Analysis of special combining ability of tannin content in hybrid generation						
母本 Female parent	父本 Male parent					
	LN-1	LN-2	N54	97041	12118	12591
425A	12.07	15.46	4.74	−16.17	−0.25	−15.85
443A	−16.67	−11.57	31.21	1.80	−16.24	11.46
453A	19.14	27.64	22.01	1.10	−7.61	−62.28
314A	14.05	−6.33	−0.07	−7.40	1.73	−1.98
464A	−13.27	2.87	−2.76	−1.59	18.58	−3.82
465A	−2.37	−14.26	14.93	−8.53	−7.89	18.12
09422A	−5.91	0.04	−70.98	19.36	26.79	30.71
L407A	−7.04	−13.84	0.92	11.43	−15.11	23.64

表 6 杂交后代单宁含量的中亲优势
Table 6 The mid-parent heterosis of tannin content

亲本 Parents	中亲优势/% The mid-parent heterosis					
	LN-1	LN-2	N54	97041	12118	12591
425A	43.46	104.76	18.31	16.03	11.97	20.99
443A	41.18	252.00	77.11	68.06	6.81	103.20
453A	14.93	77.63	2.24	−1.63	−22.87	−63.88
314A	74.60	194.74	15.61	32.45	14.14	53.03
464A	−22.18	24.47	−21.71	−8.51	−5.78	−7.98
465A	83.33	268.63	64.07	62.76	26.04	128.57
09422A	52.63	308.89	−78.88	89.93	53.76	133.33
L407A	62.50	276.74	34.59	86.86	7.61	132.20

表 7 单宁含量的超亲优势
Table 7 The over-parent heterosis of tannin content

亲本 Parents	超亲优势/% The over-parent heterosis					
	LN-1	LN-2	N54	97041	12118	12591
425A	26.87	28.36	12.00	13.43	−1.14	9.70
443A	−18.45	158.82	−2.00	−5.47	−41.71	16.51
453A	7.63	14.41	−8.67	−5.47	−35.43	−65.25
314A	6.80	147.06	−33.33	−21.88	−35.43	−7.34
464A	−35.06	−24.03	−22.73	−16.23	−11.43	−21.43
465A	6.80	176.47	−8.67	−7.81	−30.86	32.11
09422A	−15.53	170.59	−88.67	3.13	−18.29	28.44
L407A	−11.65	138.24	−28.67	0	−43.43	25.69

2.4 各性状的遗传力分析

对杂交后代单宁的广义遗传力和狭义遗传力进行了分析,由表 8 单宁的广义遗传力和狭义遗传力结果看出,单宁的广义遗传力远远高于狭义遗传力,说明单宁的遗传能力很高,且主要受基因控制,受环境影响较小,能稳定传递,可在早代对杂交后代进行选择。

表 8 单宁的广义遗传力和狭义遗传力

Table 8 General heritability and narrow heritability of tannins

广义遗传力 General heritability	98.96
狭义遗传力 Narrow heritability	28.19

3 结论与讨论

在高粱的种质创新和杂交种选育中,一般配合力的高低比特特殊配合力的高低显得更为重要,首先要重视对双亲一般配合力的选择,在选择双亲高单宁含量的同时,注重特殊配合力的应用才更有意义^[6-9]。从本研究结果看,母本 425A、

464A、465A 和父本 12118、97041、12591 的单宁一般配合力较高,443A×N54、09422A×12591、453A×LN-2、09422A×12118 的单宁特殊配合力较高,父本 12118、12591 单宁一般配合力较高,单宁特殊配合力也很好,是优良的单宁亲本系。而单宁特殊配合力最高的组合是 443A×N54,表现出单宁特殊配合力特殊性。

本研究表明,单宁的杂种优势较高,在杂交育种中较易获得高单宁的杂交种。但其超高亲优势低,与田文勋等^[10]的研究结果相同,在杂种优势利用中,要重点选择双亲平均值高的材料作亲本。该试验结果中单宁性状的广义遗传力较高,与赵婧^[1]、孔令旗^[11]、张文毅^[12]等人的研究结果一致,单宁在后代中的性状遗传能力很强,且主要受基因控制,受环境影响较小,能稳定传递,可在早代对杂交后代进行选择。本文对品质性状-单宁进行遗传分析,为专用酿造型高粱品质育种提供依据。

(下转第 17 页)

传统大豆产地“米改豆”情况调查[J]. 农村工作通讯, 2016(12):21-23. [3] 杨春媛. 不同栽培模式对大豆产量的影响[J]. 乡村科技, 2017(5):1.

Comparative Experiment of Soybean Varieties in the Fourth Accumulated Temperate Zone in Heilongjiang Province

WU Xue-yi¹, BAO Xing-dong¹, ZHANG Qi-feng²

(1. Wudalianchi Agricultural Technology Promotion Center of Heilongjiang Province, Wudalianchi, Heilongjiang 164100; 2. Heihe Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Heihe, Heilongjiang 164300)

Abstract: In order to select the soybean varieties suitable for the fourth accumulated temperate zone of Heilongjiang province, a comparative test of nine soybean varieties with relatively large planting areas was carried out. The results showed that Beidou 40 had the best overall performance and the highest yield, by 2 895 kg·hm⁻², followed by Keshan 1, yield was 2 760 kg·hm⁻², the lowest yield followed by Henong 95, Shengdou 15, Dongsheng 7.

Keywords: soybean; Wudalianchi city; variety comparison

(上接第 4 页)

参考文献:

[1] 赵婧, 张福耀, 詹志杰, 等. 高粱酿造品质性状配合力分析[J]. 中国农学通报, 2011, 27(33): 44-47.
[2] 朱志华, 李为喜, 刘芳, 等. 高粱种质资源主要品质性状鉴定与评价[J]. 植物遗传资源学报, 2003, 4(4): 326-330.
[3] 袁蕊, 敖宗华, 刘小刚, 等. 南北方几种高粱酿酒品质分析[J]. 酿酒科技, 2011(12): 33-36.
[4] 中华人民共和国农业部. GB/T15686-2008, 高粱单宁含量测定[S]. 2008.
[5] 张春来, 李艳峰, 赵威军, 等. 高粱品质性状改良的分子遗传学基础[J]. 植物生理学报, 2015, 51(5): 610-616.
[6] 高鹏, 程庆军, 田承华, 等. 高粱籽粒品质性状杂种优势及相关分析[J]. 农学学报, 2017, 7(2): 6-10.
[7] 张晓娟, 周福平, 张一中, 等. 糯高粱新选不育系品质性状配合力分析[J]. 农学报, 2013, 3(6): 4-7.
[8] 段冰, 柳青山, 梁笃, 等. 饲用高粱品质性状配合力分析[J]. 作物杂志, 2016(1): 51-55.
[9] 张桂香, 史红梅, 李爱军. 高粱高淀粉基础材料的筛选及评价[J]. 作物杂志, 2009(1): 97-99.
[10] 田文勋, 白宝璋, 赵景阳, 等. 高粱杂种一代及其亲本籽粒蛋白质、赖氨酸、单宁含量与千粒重的遗传研究[J]. 吉林农业科学, 1996(1): 31-35.
[11] 孔令旗, 张文毅. 高粱籽粒蛋白质赖氨酸和单宁含量在不同环境中的遗传表现[J]. 辽宁农业科学, 1988 (3): 18-22.
[12] 张文毅. 高粱品质性状的遗传研究[J]. 辽宁农业科学, 1980(2): 37-43.

Study on Genetic Characteristics Patterns of Tannin in Sorghum Grain

SU De-feng, JIAO Shao-jie, WANG Li-ming, JIANG Yan-xi, YAN Hong-dong, SUN Guang-quan
(Crop Breeding Institute of Heilongjiang Academy of Agriculture Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract: In order to promote the selection of special type sorghum, the hybrid combination was designed by NC II incomplete double-column hybrid experiment, the genetic characteristics were studied. The result showed that to breed high tannin conten thybrids, general combining ability of parents should be paid more attention to, meanwhile, in selecting the high tannin content of the parents, the application of special combination should be emphasized. Broad-sense heritability of tannin content was high, and tannin has a strong genetic ability in the offspring, because these traits were mainly inherited by genes, not by enviroment and these traits can be transferred steadily. It was easy to gain hybrids with high tannin, because heterosis of these traits was high. Parents with high mean charactors should be selected, because heterosis of mid-parent was higher than that of over better parents.

Keywords: sorghum; grain; tannin; broad-sense heritability