

油用向日葵杂交组合子实含油率与农艺性状的相关及通径分析

梁春波^{1,2} (1. 黑龙江省农业科学院经济作物研究所, 黑龙江哈尔滨 150086; 2. 黑龙江省农业科学院博士后工作站, 黑龙江哈尔滨 150086)

摘要 [目的]探讨油用向日葵子实含油率与主要农艺性状的相关性和各性状对子实含油率的直接和间接效应。[方法]对49个油用向日葵杂交种(组合)的生育日数(X_1)、株高(X_2)、茎粗(X_3)、叶片数(X_4)、花盘直径(X_5)、单株粒数(X_6)、百粒重(X_7)、籽仁率(X_8)、结实率(X_9)、单株粒重(X_{10})和子实含油率(Y)进行相关分析和通径分析。[结论]子实含油率与籽仁率呈极显著正相关,与百粒重呈极显著负相关关系。通径分析结果表明,向日葵主要农艺性状对单株产量的直接作用由大到小依次为百粒重、籽仁率、单株粒重、茎粗、叶片数、单株粒数、生育日数、结实率、花盘直径。[结论]高油向日葵新品种的选育过程中应首先关注籽仁率进行选择 and 调控,同时充分考虑百粒重对子实含油率的负向作用,在可接受的百粒重范围内选择合适的育种材料。

关键词 油用向日葵;子实含油率;农艺性状;相关分析;通径分析

中图分类号 S565.5 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)33-0019-02

Correlation and Path Analysis between Agronomic Traits and Oil Content of Seed in Oil-type Sunflower Hybrids

LIANG Chun-bo^{1,2} (1. Institute of Industrial Crops, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086; 2. Postdoctoral Workstation of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract [Objective] To discuss the correlation between seed oil content and agronomic traits of oil-type sunflower hybrids, and the direct and indirect effects of each trait on seed oil content. [Method] Days of growth(X_1), plant height(X_2), stem diameter(X_3), leaves number per plant(X_4), head diameter(X_5), seed number per plant(X_6), hundred seed weight(X_7), kernel rate(X_8), seed-setting percentage(X_9) and oil content of seed(Y) in 49 oil-type sunflower hybrids were studied by correlation analysis and path analysis. [Result] Correlation analysis showed that kernel rate(X_8) and hundred seed weight(X_7) showed extremely significantly positive correlation and extremely significant negative correlation with oil content of seed. The results of path analysis showed that the direct effect of nine traits on the oil content of seed followed the order of hundred seed weight(X_7)>kernel rate(X_8)>seed weight per plant(X_{10})>stem diameter(X_3)>leaves number per plant(X_4)>seed number per plant(X_6)>days of growth(X_1)>seed-setting percentage(X_9)>head diameter(X_5). [Conclusion] In the breeding for high oil content of oil-type sunflower hybrids, kernel rate should be selected primarily, the negative effect of hundred seed weight on the seed oil content should also be taken into consideration, and the suitable breeding material should be selected in the acceptable range of hundred seed weight.

Key words Oil-type sunflower; Oil content of seed; Agronomic trait; Correlation analysis; Path analysis

向日葵是世界上第四大油料作物,仅次于大豆、油菜和花生。2016年,全世界向日葵播种面积和总产量分别达到2 621.4万 hm^2 和4 735.0万t;我国向日葵种植面积达到95.9万 hm^2 ,居于世界第五位^[1]。油用向日葵子实含油率是受多基因控制的数量性状,且易受环境因素影响,很难在田间选择^[2-3]。明确各主要农艺性状与子实含油率的相关性对选育高油品种至关重要。笔者通过对49个油用向日葵杂交种(组合)的10个农艺性状与子实含油率的相关性进行分析,再利用通径分析明确各性状对子实含油率的重要性,旨在为在现有良种的基础上,尽快选育出优质、高产的油用向日葵品种提供理论依据和技术支持,以达到向日葵生产的高产、优质、高效的目标。

1 材料与方法

1.1 试验材料 油用向日葵杂交种(组合)49个。

1.2 试验方法 采用随机区组设计,每个小区种植4行,行长5m,每行种植13株,株距40cm,小区面积16.7 m^2 ,3次重复。

试验于黑龙江省哈尔滨市呼兰区康金试验基地进行,前茬为玉米,2017年5月26日播种。施用复合肥300 kg/hm^2 ,

结合最后一次中耕追施尿素150 kg/hm^2 。采用垄上人工刨耩点播,生育期间两铲三趟。6月9日出苗,9月27日收获。

收获前进行田间调查,每个小区选择5株调查生育日数(X_1)、株高(X_2)、茎粗(X_3)、叶片数(X_4)、花盘直径(X_5),去掉小区两头各1株和断空的两侧植株,每区随机收10头晒干清杂后进行测产,并对田间调查植株进行室内考种,考种项目包括单株粒数(X_6)、百粒重(X_7)、籽仁率(X_8)、结实率(X_9)和单株产量(X_{10})。子实含油率(Y)采用瑞典波通(Per-ten)公司的DA7200二极管阵列近红外光谱仪进行测定。

1.3 数据处理 试验数据采用DPS软件进行处理分析。

2 结果与分析

2.1 不同杂交种(组合)主要性状的比较 对供试杂交种(组合)各性状的变异系数进行分析,结果表明各材料间变异较丰富,变异系数在0.06%~22.69%,其中单株粒重的变异系数最大,叶片数、单株粒数、花盘直径、百粒重等次之,丰富的变异为优异资源的筛选创造了条件。10个性状中,生育日数的变异系数最小,仅为0.06%,表明供试49个油用向日葵杂交种(组合)生育日数较稳定,均属于该地区中晚熟品种,能够安全成熟。

2.2 不同向日葵杂交种(组合)子实含油率与主要农艺性状的相关分析 通过对供试材料子实含油率与农艺性状的分析得知,主要农艺性状与子实含油率的相关性从大到小依次为百粒重、籽仁率、叶片数、株高、生育日数、结实率、单株粒重、单株粒数、茎粗、花盘直径。参试向日葵杂交种(组合)子

基金项目 黑龙江省青年基金(QC2015025);黑龙江省农业科学院引进博士科研启动金项目(201507-38);国家特色油料产业技术体系(CARS-14-1-06)。

作者简介 梁春波(1981—),女,黑龙江哈尔滨人,助理研究员,博士,从事向日葵遗传育种研究。

收稿日期 2018-07-10;修回日期 2018-07-23

实含油率与籽仁率呈极显著正相关,与百粒重呈极显著负相关,说明随着籽仁率的提高,供试材料的子实含油率呈明显的增加趋势,而随着百粒重的增加,子实含油率则呈明显的

下降趋势。其他8个农艺性状与子实含油率的相关性均不显著。

表1 不同油用向日葵杂交种(组合)主要农艺性状的比较

Table 1 Comparison of variation coefficients for agronomic traits of different oil-type sunflowers

项目 Item	生育日数 Days of growth d	株高 Plant height cm	茎粗 Stem diameter cm	叶片数 Leaf number	花盘直径 Head diameter cm	单株粒数 Seed number per plant	百粒重 Hundred seed weight g	籽仁率 Kernel rate %	结实率 Seed- setting percentage %	单株粒重 Yield per plant g	含油率 Oil content %
最大值 Max.	114	243.33	3.60	47.33	35.00	2 382	8.04	86.05	96.91	142.29	35.68
最小值 Min.	104	177.33	1.83	22.33	18.00	954	4.70	70.19	62.46	37.29	44.60
平均值 Average	108.22	211.03	2.53	30.86	23.66	1 806.73	6.28	77.44	85.70	92.79	40.80
标准差 S.	2.23	16.88	0.33	5.00	3.58	286.99	0.82	3.24	7.70	21.06	2.45
变异系数 C. V.	0.06	8.00	12.97	16.20	15.12	15.88	13.05	4.19	8.99	22.69	6.00

表2 供试向日葵杂交种(组合)子实含油率与农艺性状的相关系数

Table 2 Correlation coefficients between agronomic traits and oil content of sunflower hybrids

性状 Trait	生育日数 Days of growth	株高 Plant height	茎粗 Stem diameter	叶片数 Leaf number	花盘直径 Head diameter	单株粒数 Seed number	百粒重 100 seed weight	籽仁率 Kernel rate	结实率 Seed- setting percentage	单株粒重 Yield per plant	含油率 Oil content
生育日数 Days of growth	1										
株高 Plant height	0.578 8	1									
茎粗 Stem diameter	0.470 5	0.537 8	1								
叶片数 Leaves number	0.541 4	0.526 2	0.522 7	1							
花盘直径 Head diameter	0.064 2	-0.060 2	0.105 8	-0.088 6	1						
单株粒数 Seed number per plant	-0.094 8	0.098 8	0.195 0	0.099 4	0.175 3	1					
百粒重 100 seed weight	0.245 7	0.358 4	0.261 0	0.263 8	0.154 5	-0.039 9	1				
籽仁率 Kernel rate	-0.324 8	-0.300 3	-0.100 1	-0.405 7	0.046 0	0.070 7	-0.429 8	1			
结实率 Seed-setting percentage	-0.107 3	0.091 7	0.062 7	-0.057 4	0.109 3	0.185 1	-0.317 6	-0.009 5	1		
单株粒重 Yield per plant	0.356 6	0.305 6	0.186 7	0.273 5	0.125 2	0.320 2	0.269 2	-0.344 8	0.050 7	1	
子实含油率 Oil content	-0.158 5	-0.208 2	-0.019 3	-0.244 8	-0.003 5	0.045 9	-0.566 7	0.469 0	0.127 0	-0.063 7	1
显著水平 P value	0.276 8	0.151 1	0.895 4	0.090 0	0.980 9	0.754 3	0.000 1	0.000 7	0.384 4	0.663 5	0.000 1

为进一步了解主要农艺性状对向日葵子实含油率的真实影响,采用系数矩阵逐步回归分析,通过逐步对偏回归系数进行显著性检测,获得最优多元方程,筛选出与子实含油率显著相关的主要性状。多元回归方程为:

$$Y=28.7338-1.4155X_7+0.2461X_8+0.0205X_{10}$$

公式中, X_7 为百粒重, X_8 为籽仁率, X_{10} 为单株粒重, Y 为子实含油率。

逐步回归结果表明,油用向日葵杂交种(组合)子实含油率与3个性状具有相关性,所以选育高油材料应将这3个性状做重点考虑。

2.3 油用向日葵主要农艺性状对子实含油率的通径分析 通径分析更能清楚地显示各性状对子实含油率的影响,结果表明供试油用向日葵杂交种(组合)9个性状对子实含油率的重要性由高到低依次为百粒重、籽仁率、单株粒重、茎粗、叶片数、单株粒数、生育日数、结实率、花盘直径。其中百粒重、叶片数、单株粒数、生育日数和结实率的直接效应为负

效应。

百粒重对子实含油率存在显著的负向效应(-0.5587),说明在该研究的变异范围内百粒重对子实含油率存在明显的负向作用。

籽仁率对子实含油率的直接效应为0.2584,对百粒重的直接效应为0.2402,总体效应为0.4201,说明籽仁率是影响油用向日葵杂交种(组合)子实含油率的重要性状,在向日葵高油育种过程中应给予足够的重视。

单株粒重对子实含油率的直接效应为0.2260,在9个性状中位于第3位,但由于与生育日数、叶片数、单株粒数、籽仁率和结实率之间均存在负向效应,特别是与百粒重之间的负向效应达到-0.1504,使得最终的相关系数达到-0.0637。这表明在油用向日葵高油育种过程中,不能单独通过单株粒重进行选择,而是应综合考虑其他农艺性状。

(下转第24页)

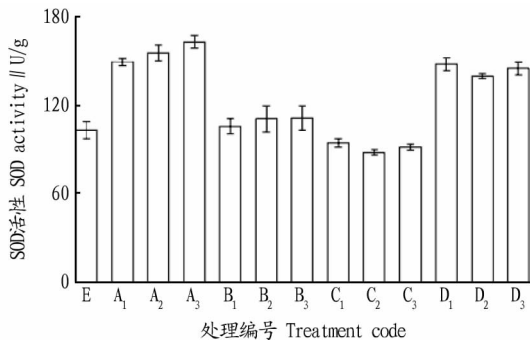


图7 不同处理对白及SOD活性的影响

Fig. 7 Effects of different treatments on the SOD activity of *B. striata*

草炭:椰糠:刨花:松针土=1:5:2:2为白及最佳栽培配比基质,即椰糠有利于白及生长。而周至明等^[17]也发现含树皮粉和腐殖质越多则白及幼苗生长速度越快,因此腐殖质和椰糠可促进白及较快生长。

参考文献

- [1] 郭乔义,李绍明,王洪雨,等.白及栽培需把好五关[J].中国农业信息,2015(5):26.
 [2] 管常东,叶静,郑晓君,等.白及组织快繁育苗技术研究进展[J].云南大学学报(自然科学版),2010,32(S1):416-421.

- [3] 石晶,罗毅波,宋希强.我国白芨市场调查与分析[J].中国园艺文摘,2010(8):48-50.
 [4] 黄永亮.元江县野生白芨人工驯化栽培技术初探[J].林业调查规划,2013,38(3):124-126.
 [5] 于天仁.我国农业持续发展和生态环境中重大土壤问题的化学机理研究建议[J].土壤,2001,33(3):119-122.
 [6] 李琛.不同栽培基质对大花蕙兰生长发育的影响[D].长沙:湖南农业大学,2012.
 [7] 叶瑞睿.利用花生壳、椰糠作为墨兰盆栽基质的研究[D].北京:北京林业大学,2009.
 [8] 吴雅,史骥清,滕士元,等.铁皮石斛组培苗移栽基质的筛选[J].现代农业科技,2010(6):107-108.
 [9] 陈宝玲,陈尔,王华新,等.不同基质对比对铁皮石斛试管苗移栽的影响[J].北方园艺,2014(23):57-61.
 [10] 余朝秀,李枝林,王玉英.野生白芨组培快繁技术研究[J].西南农业大学学报(自然科学版),2005,27(5):601-604.
 [11] 曹婧,李婷,包彩云,等.白芨组培苗移栽驯化技术研究[J].内江师范学院学报,2015,30(4):39-41.
 [12] 荆延德,张志国.栽培基质常用理化性质“一条龙”测定法[J].北方园艺,2002(3):18-19.
 [13] 成斌斌.土壤pH的测定[J].化学教与学,2014,37(4):95-97.
 [14] 马雪红,胡根长,冯建国,等.基质配比、缓释肥量和容器规格对木荷容器苗质量的影响[J].林业科学研究,2010,23(4):505-509.
 [15] 田吉林,奚振邦,陈春宏.无土栽培基质的质量参数(孔隙性)研究[J].上海农业学报,2003,19(1):46-49.
 [16] 许丽萍,唐红燕,贾平,等.白及商品苗培育基质筛选试验[J].昆明学院学报,2015,37(6):80-83.
 [17] 周至明,黄程生,彭丽丽,等.白及人工种植初步研究[J].中药材,2006(1):7-8.

(上接第20页)

表3 向日葵杂交种(组合)子实含油率与各性状的通径系数

Table 3 Path analysis coefficients between agronomic traits and oil content of oil-type sunflower hybrids

因子 Factor	直接通径系数 Direct path coefficient	→X ₁	→X ₃	→X ₄	→X ₅	→X ₆	→X ₇	→X ₈	→X ₉	→X ₁₀	相关系数 Correlation coefficient
X ₁	-0.080 7		0.109 6	-0.066 8	0.002 4	0.009 5	-0.137 3	-0.083 9	0.008 1	0.080 6	-0.158 5
X ₃	0.233 0	-0.038 0		-0.064 5	0.004 0	-0.019 6	-0.145 8	-0.025 9	-0.004 7	0.042 2	-0.019 3
X ₄	-0.123 5	-0.043 7	0.121 8		-0.003 4	-0.010 0	-0.147 4	-0.104 8	0.004 3	0.061 8	-0.244 8
X ₅	0.038 1	-0.005 2	0.024 7	0.010 9		-0.017 6	-0.086 3	0.011 9	-0.008 2	0.028 3	-0.003 5
X ₆	-0.100 6	0.007 6	0.045 4	-0.012 3	0.006 7		0.022 3	0.018 3	-0.013 9	0.072 4	0.045 9
X ₇	-0.558 7	-0.019 8	0.060 8	-0.032 6	0.005 9	0.004 0		-0.111 1	0.023 9	0.060 8	-0.566 7
X ₈	0.258 4	0.026 2	-0.023 3	0.050 1	0.001 8	-0.007 1	0.240 2		0.000 7	-0.077 9	0.469 0
X ₉	-0.075 3	0.008 7	0.014 6	0.007 1	0.004 2	-0.018 6	0.177 4	-0.002 4		0.011 5	0.127 0
X ₁₀	0.226 0	-0.028 8	0.043 5	-0.033 8	0.004 8	-0.032 2	-0.150 4	-0.089 1	-0.003 8		-0.063 7

3 结论与讨论

通过对油用向日葵各农艺性状与子实含油率的相关分析和通径分析,对各农艺性状对子实含油率的相对重要性进行客观评价,结果表明各性状与子实含油率相关系数从大到小依次为百粒重、籽仁率、叶片数、株高、生育日数、结实率、单株粒重、单株粒数、茎粗、花盘直径。其中籽仁率与子实含油率极显著正相关,这与马晓峰^[4]、门果桃等^[5]、魏廷武^[6]、向理军等^[7]、君睿红等^[8]的研究结果一致。该研究认为在油用向日葵育种过程中,选择皮壳较薄、籽仁率高的杂交组合对于选育高油向日葵新品种至关重要。通径分析结果显示,对子实含油率的重要性由高到低依次为百粒重、籽仁率、单株粒重、茎粗、叶片数、单株粒数、生育日数、结实率、花盘直径。相关分析和通径分析结果表明,该研究中大部分农艺性状与子实含油率之间相关性和直接效应均不显著,说明很难通过这些农艺性状选育高油向日葵材料。从该研究的分析结果可知,为提高油用向日葵子实含油率,应该首先关注籽

仁率进行选择和调控,同时充分考虑百粒重对子实含油率的负向作用,在可接受的百粒重范围内选择合适的育种材料,并兼顾单株粒重、茎粗、叶片数、单株粒数、生育日数等其他性状。应协调好各个农艺性状之间的关系以发挥每个农艺性状对子实含油率的最大作用。

参考文献

- [1] 国际粮农组织官方网站数据库[DB/OL]. [2018-06-20]. <http://faostat.fao.org>.
 [2] 季静,王军军,王萍,等.油用向日葵含油量的遗传分析[J].作物杂志,2000(4):10-11.
 [3] 陈炳东,岳云,黄高宝,等.油葵含油率及脂肪酸组成与土壤盐含量的关系[J].中国油料作物学报,2007,29(4):483-486.
 [4] 马晓峰.向日葵主要经济性状与籽实含油率的相关遗传力及通径分析[J].作物杂志,1989(4):30-31.
 [5] 门果桃,安玉麟,郭富国,等.油用向日葵部分性状与籽实含油率的相关性研究[J].内蒙古农业科技,2001(6):10-12.
 [6] 魏廷武.油葵容重、籽仁率、百粒重与含油率相关性分析[J].种子科技,2004,22(6):343-344.
 [7] 向理军,雷中华,石必显,等.油用向日葵数量性状的遗传变异和相关分析及育种选择[J].黑龙江农业科学,2010(9):35-38.
 [8] 君睿红,武岩,李伟,等.不同品种向日葵籽实含油量和亚油酸含量的比较[J].种子,2012,31(10):5-8.