

doi:10.11937/bfyy.20180432

苗用白菜主要农艺性状与 单株产量的灰色关联度分析

张淑霞, 杨晓云, 张清霞, 司朝光

(青岛市农业科学研究院, 山东 青岛 266100)

摘 要:以 23 个苗用白菜杂交组合为试材,应用灰色关联度分析方法对影响苗用白菜单株产量的主要农艺性状进行了分析,以期为苗用白菜高产育种提供科学依据。结果表明:与单株产量相关的农艺性状中,最大叶叶柄厚度、宽度及叶片宽度排在前 3 位,整体性状的重要性排序为最大叶叶柄厚>最大叶叶柄宽>最大叶叶宽>采收时叶片数>最大叶叶柄长>最大叶叶长>株幅>株高。

关键词:苗用白菜;单株产量;农艺性状;灰色关联度

中图分类号:S 634.104⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2018)15-0001-05

大白菜(*Brassica campestris* L. ssp. *pekinensis*)作为我国主要蔬菜之一,长期受到消费者的喜爱。近年来随着栽培和消费模式的变化,早熟、丰产的苗用白菜(也称快菜)因其速生、适应性广、种植简易、土地利用率高等特点,在市场供应中的比重越来越大,因此选育优良的白菜品种显得尤为重要^[1-3]。苗用白菜的杂种优势极其显著,培育新品种方向上还应走杂种优势利用之路^[4-6]。产量是衡量蔬菜新品种优势的重要性状之一,但它是受多基因控制的数量性状,受环境影响大,因此了解影响产量的多个性状之间的关系有利于提高品种选育的效果及预见性。灰色关联度分析法是一种多因素统计分析方法,以系统中各因素的样本数据为依据使用灰色关联度描述因素间关系,

关联度大反映出 2 个因素变化态势基本一致,反之则小^[7]。近年来灰色关联度法在育种实践中已得到应用并取得一定成果^[8-10]。该试验以新品种选育过程中的苗用白菜组合为试材,通过对 8 个农艺性状进行灰色关联度分析,以期明确各性状对产量的影响,为新品种选育提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

23 份新配制苗用白菜组合(编号为 17k1~17k23)由青岛市农业科学研究院提供。

1.2 试验方法

试验于 2017 年春季在青岛市农业科学研究院试验地进行。3 月 10 日将 23 份苗用白菜组合播种于日光温室,20 d 后定植于塑料棚中,随机区组设计,3 次重复。株行距为 15 cm×15 cm。35 d 后收获测产,计算单株产量。收获同时从每个小区中随机选取 10 株测量株高、株幅、最大叶叶长、最大叶叶宽、最大叶叶柄长、最大叶叶柄宽、最大叶叶柄厚和采收时叶片数(叶片长度超过 1 cm)。

1.3 数据分析

根据邓聚龙^[7]灰色系统理论,分别将 23 个苗

第一作者简介:张淑霞(1971-),女,硕士,副研究员,现主要从事蔬菜遗传育种等研究工作。E-mail:smppc@126.com

责任作者:杨晓云(1968-),女,博士,研究员,现主要从事蔬菜遗传育种等研究工作。

基金项目:国家重点研发计划资助项目(2017YFD0101801);山东省现代农业产业技术体系蔬菜创新团队建设资助项目(SDAIT-02-022-01);山东省农业科学院农业科技创新工程资助项目(CXGC2017B01-SC)。

收稿日期:2018-03-21

用白菜的农艺性状与其产量视为同一灰色系统。其中产量作为参考系列,农艺性状作为比较系列。按分辨系数 $\rho=0.5$ 进行关联度分析。试验数据采用 DPS 软件分析。其中数据标准化公式为:

$$y_i(k) = \frac{x_i(k) - \bar{x}_i}{s_i}$$

式中, $y_i(k)$ 为标准化后的结果, \bar{x}_i 为同个性状的平均值, $x_i(k)$ 为原始数据, s_i 为同一性状平均值。关联系数的计算如下:

$$\epsilon_i = \frac{\Delta_{\min} + \rho \Delta_{\max}}{|x_0(k) - x_i(k) + \rho \Delta_{\max}|}$$

式中, x_0 母系列与其它子序列 x_1 到 x_8 关联系数为 ϵ_i 。最小差值 $\Delta_{\min}=0.0319$, 最大差值 $\Delta_{\max}=6.7882$, 分辨率

$\rho=0.5$ 。关联度的计算公式如下: $r_i = 1/n \sum_{k=1}^n \epsilon_i(k)$,

将关联系数代入关联度计算公式,分别求出株高、开展度、最大叶叶长、最大叶叶宽、最大叶叶柄长、最大叶叶柄宽、最大叶叶柄厚和采收时叶片数与单株产量的关联度。

2 结果与分析

2.1 原始数据整理后的基本信息统计

由于系统中各性状计量单位不同,为便于比较,利用数据标准化公式将表 1 中各数据进行标准化处理。处理后数据列于表 2。

表 1 供试材料各性状平均值

Table 1 Average values of the varieties traits

编号 No.	单株产量 Yield per plant/kg	株高 Plant height /cm	株幅 Plant width /cm	叶长 Leaf length /cm	叶宽 Leaf width /cm	叶柄长 Petiole length/cm	叶柄宽 Petiole width/cm	叶柄厚 Petiole thickness/cm	叶片数 Number of leaves/片
17K1	0.416	30.3	31.3	37.5	26.0	18.3	4.17	0.70	12
17K2	0.386	31.7	30.0	33.0	23.3	15.7	3.93	0.67	10
17K3	0.427	30.0	32.3	31.3	22.7	13.5	4.00	0.60	10
17K4	0.300	29.7	27.7	30.6	22.0	13.3	4.57	0.63	10
17K5	0.380	41.7	35.0	31.0	26.0	14.0	4.00	0.80	11
17K6	0.373	31.0	33.3	33.0	24.7	14.0	4.73	0.67	12
17K7	0.345	38.0	34.3	35.5	24.8	16.3	4.17	0.63	10
17K8	0.297	41.0	44.0	42.0	27.0	20.6	4.17	0.67	10
17K9	0.290	34.0	37.0	34.3	23.7	16.3	3.83	0.63	9
17K10	0.291	33.7	40.3	35.0	23.0	15.2	3.93	0.57	11
17K11	0.333	32.0	39.7	32.3	24.3	15.7	4.30	0.67	11
17K12	0.325	34.7	33.0	36.7	27.3	18.0	4.53	0.73	10
17K13	0.208	32.0	25.3	25.2	16.0	12.0	2.60	0.50	10
17K14	0.238	30.3	28.3	30.3	20.0	13.7	3.47	0.50	11
17K15	0.309	39.3	31.7	35.7	21.7	19.0	3.93	0.60	11
17K16	0.242	32.3	30.6	31.7	19.8	16.3	3.30	0.43	10
17K17	0.333	38.7	34.0	37.3	25.7	17.7	4.60	0.73	11
17K18	0.290	39.0	35.0	36.5	26.0	18.7	4.37	0.57	10
17K19	0.358	33.3	37.7	37.7	26.7	17.3	4.60	0.77	13
17K20	0.238	29.7	31.3	32.7	22.0	14.7	3.94	0.57	9
17K21	0.282	39.0	33.7	34.3	25.3	15.3	4.50	0.63	14
17K22	0.203	33.3	32.0	32.0	24.0	13.3	4.03	0.67	11
17K23	0.138	34.3	30.0	32.0	21.7	15.3	13.60	0.53	9
平均值	0.304 4	34.304 3	33.369 6	33.808 7	23.639 1	15.833 5	4.490 0	0.629 1	10.652 2
标准差	0.071 5	3.870 2	4.304 3	3.429 1	2.709 2	2.180 6	2.043 2	0.089 9	1.228 8

表 2 农艺性状数据无量纲化处理结果

Table 2 Results of non-dimensionalization for agronomic traits data

编号 No.	单株产量 Yield per plant	株高 Plant height	株幅 Plant width	叶长 Leaf length	叶宽 Leaf width	叶柄长 Petiole length	叶柄宽 Petiole width	叶柄厚 Petiole thickness	叶片数 Number of leaves
17K1	1.561 4	-1.034 7	-0.480 8	1.076 5	0.871 4	1.131 1	-0.156 6	0.788 4	1.096 9
17K2	1.141 6	-0.672 9	-0.782 8	-0.235 8	-0.125 2	-0.061 2	-0.274 1	0.454 6	-0.530 8

表 2(续)
Table 2(Continued)

编号 No.	单株产量 Yield per plant	株高 Plant height	株幅 Plant width	叶长 Leaf length	叶宽 Leaf width	叶柄长 Petiole length	叶柄宽 Petiole width	叶柄厚 Petiole thickness	叶片数 Number of leaves
17K3	1. 715 4	—1. 112 2	—0. 248 5	—0. 731 6	—0. 346 6	—1. 070 1	—0. 239 8	—0. 324 1	—0. 530 8
17K4	—0. 062 1	—1. 189 7	—1. 317 2	—0. 935 7	—0. 605 0	—1. 161 8	0. 039 2	0. 009 7	—0. 530 8
17K5	1. 057 6	1. 910 9	0. 378 8	—0. 819 1	0. 871 4	—0. 840 8	—0. 239 8	1. 900 8	0. 283 1
17K6	0. 959 6	—0. 853 8	—0. 016 2	—0. 235 8	0. 391 6	—0. 840 8	0. 117 5	0. 454 6	1. 096 9
17K7	0. 567 7	0. 954 9	0. 216 2	0. 493 2	0. 428 5	0. 213 9	—0. 156 6	0. 009 7	—0. 530 8
17K8	—0. 104 1	1. 730 0	2. 469 7	2. 388 7	1. 240 5	2. 185 9	—0. 156 6	0. 454 6	—0. 530 8
17K9	—0. 202 0	—0. 078 6	0. 843 4	0. 143 3	0. 022 5	0. 213 9	—0. 323 0	0. 009 7	—1. 344 6
17K10	—0. 188 0	—0. 156 2	1. 610 1	0. 347 4	—0. 235 9	—0. 304 3	—0. 274 1	—0. 657 8	0. 283 1
17K11	0. 399 8	—0. 595 4	1. 470 7	—0. 440 0	0. 243 9	—0. 061 2	—0. 093 0	0. 454 6	0. 283 1
17K12	0. 287 8	0. 102 2	—0. 085 9	0. 843 2	1. 351 3	0. 993 5	0. 019 6	1. 122 1	—0. 530 8
17K13	—1. 349 7	—0. 595 4	—1. 874 8	—2. 510 5	—2. 819 7	—1. 758 0	—0. 925 0	—1. 436 5	—0. 530 8
17K14	—0. 929 8	—1. 034 7	—1. 177 8	—1. 023 2	—1. 343 2	—0. 978 4	—0. 499 2	—1. 436 5	0. 283 1
17K15	0. 063 9	1. 290 8	—0. 387 9	0. 551 5	—0. 715 8	1. 452 1	—0. 274 1	—0. 324 1	0. 283 1
17K16	—0. 873 8	—0. 517 9	—0. 643 4	—0. 614 9	—1. 417 1	0. 213 9	—0. 582 4	—2. 215 2	—0. 530 8
17K17	0. 399 8	1. 135 8	0. 146 5	1. 018 1	0. 760 7	0. 856 0	0. 053 8	1. 122 1	0. 283 1
17K18	—0. 202 0	1. 213 3	0. 378 8	0. 784 8	0. 871 4	1. 314 6	—0. 058 7	—0. 657 8	—0. 530 8
17K19	0. 749 7	—0. 259 5	1. 006 1	1. 134 8	1. 129 8	0. 672 5	0. 053 8	1. 567 1	1. 910 7
17K20	—0. 929 8	—1. 189 7	—0. 480 8	—0. 323 3	—0. 605 0	—0. 519 8	—0. 269 2	—0. 657 8	—1. 344 6
17K21	—0. 314 0	1. 213 3	0. 076 8	0. 143 3	0. 613 0	—0. 244 6	0. 004 9	0. 009 7	2. 724 5
17K22	—1. 419 7	—0. 259 5	—0. 318 2	—0. 527 4	0. 133 2	—1. 161 8	—0. 225 1	0. 454 6	0. 283 1
17K23	—2. 329 4	—0. 001 1	—0. 782 8	—0. 527 4	—0. 715 8	—0. 244 6	4. 458 8	—1. 102 7	—1. 344 6

表 3 单株产量与主要相关农艺性状的灰色关联系数
Table 3 Grey correlation coefficient between yield per plant and main agronomic traits

编号 No.	株高 Plant height	株幅 Plant width	叶长 Leaf length	叶宽 Leaf width	叶柄长 Petiole length	叶柄宽 Petiole width	叶柄厚 Petiole thickness	叶片数 Number of leaves
17K1	0. 571 9	0. 630 2	0. 883 2	0. 838 9	0. 895 8	0. 670 2	0. 822 1	0. 887 9
17K2	0. 657 8	0. 644 2	0. 718 0	0. 735 1	0. 745 3	0. 712 3	0. 839 5	0. 676 2
17K3	0. 550 7	0. 639 4	0. 586 5	0. 627 9	0. 554 4	0. 640 5	0. 630 5	0. 607 4
17K4	0. 757 7	0. 736 9	0. 802 8	0. 870 2	0. 762 4	0. 980 2	0. 988 5	0. 886 9
17K5	0. 806 6	0. 841 2	0. 650 0	0. 956 9	0. 647 3	0. 730 3	0. 808 5	0. 821 9
17K6	0. 657 9	0. 784 0	0. 746 5	0. 864 7	0. 659 5	0. 808 7	0. 878 7	0. 970 2
17K7	0. 906 0	0. 914 6	0. 987 7	0. 969 6	0. 914 1	0. 831 9	0. 866 9	0. 762 6
17K8	0. 655 3	0. 574 1	0. 582 0	0. 723 0	0. 602 7	0. 994 0	0. 866 7	0. 896 7
17K9	0. 974 0	0. 771 7	0. 916 2	0. 946 8	0. 899 2	0. 974 7	0. 950 1	0. 755 2
17K10	1. 000 0	0. 659 8	0. 871 9	0. 995 4	0. 976 0	0. 984 4	0. 886 7	0. 886 4
17K11	0. 780 5	0. 767 3	0. 809 2	0. 965 1	0. 888 7	0. 881 4	0. 993 4	0. 975 8
17K12	0. 957 1	0. 909 3	0. 867 5	0. 768 6	0. 835 7	0. 935 5	0. 810 2	0. 813 3
17K13	0. 825 9	0. 874 2	0. 752 2	0. 704 3	0. 901 0	0. 897 2	0. 984 2	0. 813 2
17K14	0. 979 1	0. 940 7	0. 982 4	0. 899 8	0. 995 1	0. 895 8	0. 878 3	0. 743 7
17K15	0. 741 4	0. 890 8	0. 882 6	0. 820 8	0. 716 4	0. 918 0	0. 905 9	0. 948 2
17K16	0. 913 6	0. 945 2	0. 937 9	0. 870 1	0. 764 4	0. 929 6	0. 723 5	0. 916 7
17K17	0. 829 5	0. 939 3	0. 853 9	0. 912 4	0. 889 8	0. 916 0	0. 832 3	0. 977 5
17K18	0. 712 4	0. 861 9	0. 782 0	0. 766 9	0. 697 7	0. 968 5	0. 889 9	0. 920 3
17K19	0. 778 1	0. 938 5	0. 906 5	0. 907 7	0. 987 0	0. 837 7	0. 813 5	0. 752 1
17K20	0. 937 6	0. 891 5	0. 856 4	0. 921 2	0. 900 6	0. 844 9	0. 934 5	0. 899 5
17K21	0. 696 1	0. 905 2	0. 889 5	0. 792 9	0. 989 2	0. 922 7	0. 921 5	0. 532 6
17K22	0. 752 3	0. 762 1	0. 799 3	0. 692 5	0. 938 1	0. 746 6	0. 650 3	0. 672 2
17K23	0. 598 7	0. 869 4	0. 659 4	0. 684 1	0. 625 3	0. 336 5	0. 741 4	0. 782 4

2.2 灰色关联系数及灰色关联度的计算

在标准化的数据中求出单株产量与其它 8 个农艺性状的绝对差值(数据未列出),得出二级最小绝对差值为 0.031 9 和二级最大绝对差值为 6.788 2,利用关联系数公式求出苗用白菜单株产量与 8 个农艺性状的关联系数(表 3)。由关联度

公式计算出单株产量与各农艺性状的关联度,由表 4 可知,与苗用白菜单株产量关联度最大的是最大叶叶柄厚,其次是最大叶叶柄厚和最大叶叶宽。整体顺序为:最大叶叶柄厚>最大叶叶柄宽>最大叶叶宽>采收时叶片数(叶片长度超过 1 cm)>最大叶叶柄长>最大叶叶长>株幅>株高。

表 4 单株产量与主要相关农艺性状的灰色关联度及排序

Table 4 Grey correlation degree and correlation order between yield per plant and major agronomic traits

项目 Item	株高 Plant height	株幅 Plant width	叶长 Leaf length	叶宽 Leaf width	叶柄长 Petiole length	叶柄宽 Petiole width	叶柄厚 Petiole thickness	叶片数 Number of leaves
关联度 Correlation degree	0.784 4	0.812 7	0.814 1	0.836 0	0.816 8	0.841 6	0.852 9	0.821 7
排序 Order	8	7	6	3	5	2	1	4

3 讨论与结论

灰色关联度分析是依据 2 个指标数据列的变化是否有协同趋势及协同强弱来确定其关联程度的。其数据分析是建立在多个性状定量分析的基础上,有较强的可比性和可靠性。根据关联度的大小在新品种选育实践中,可针对某个特定因素与其它多个因素进行关联分析,找出其中的主要因素,具有直观、可靠、简便的优点。该研究对 8 个与苗用白菜单株产量相关农艺性状的关联度分析表明,最大叶的叶柄厚度与宽度对单株产量的影响最大,其次为最大叶宽度和叶片数。有研究认为白菜育种中单株叶质量是选育的重点性状^[9],该研究结果认为苗用白菜最大叶的叶柄厚度和宽度是决定单株产量的关键因素,这在田间调查中更为直观。因此在其新品种选育时要求最大叶叶柄宽、厚、平,单株产量才能高,同时考虑最大叶的叶片形状,选择阔倒卵形,即叶片的宽度大,综合起来才是提高单株产量的重要因素。将该方法应用于苗用白菜新品种选育,可在田间对大量测配组合初选时快速、简便筛选出具有高产潜质的组合,

综合其速生、耐揉、抗病性强的性状即可选育出优质高产新品种,加快其育种进程,提高育种效率。

参考文献

- [1] 胡齐赞,龚亚明,徐盛春,等. 苗球兼用型大白菜品种应用现状及展望[J]. 长江蔬菜,2007(12):32-35.
- [2] 张凤兰. 中国大白菜产业发展现状品种需求和育种对策[J]. 中国蔬菜,2014(4):1-3.
- [3] 罗智敏,张斌,闻凤英,等. 苗用型大白菜品种应用现状及展望[J]. 中国蔬菜,2014(4):8-9.
- [4] 钟新民,李必元,虞慧芳,等. 苗用型大白菜育种的认识与实践[J]. 长江蔬菜,2007(12):32-35.
- [5] 罗智敏,张斌,闻凤英,等. 苗用型大白菜新品种速生快绿的选育[J]. 中国蔬菜,2013(10):97-99.
- [6] 余阳俊,张凤兰,张德双,等. 苗用白菜新品种京研快菜 2 号的选育[J]. 中国蔬菜,2013(4):98-100.
- [7] 邓聚龙. 农业系统灰色理论与方法[M]. 济南:山东科学技术出版社,1988.
- [8] 赵利民,胡元宝,张显. 大白菜杂交组合(品种)灰色关联度综合评判方法的建立[J]. 西北农业学报,2006,15(4):183-187.
- [9] 李晓锋,朱玉英,侯瑞贤,等. 白菜单株产量与相关农艺性状的灰色关联度分析初探[J]. 江苏农业科学,2010(5):194-196.
- [10] 王映红,董昀,程兰兰,等. 新麦系列新品种(系)灰色关联度分析[J]. 山东农业科学,2014,46(2):32-35.

Grey Correlation Degree Analysis on Main Agronomic Characteristics With Single Plant Yield of Seedling-edible Chinese Cabbage

ZHANG Shuxia, YANG Xiaoyun, ZHANG Qingxia, SI Chaoguang
(Qingdao Academy of Agricultural Science, Qingdao, Shandong 266100)

doi:10.11937/bfyy.20180185

小茴香诱导向日葵列当种子萌发的研究

陈芳洁¹, 王 恺¹, 王 玥¹, 马永清^{1,2}

(1. 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学 水土保持研究所, 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:以“割茬小茴香”(*Foeniculum vulgare* Mill.) 为试材, 采用水培和盆栽试验方法, 研究了小茴香在不同生长周期(2、3、6、7、9、11 周)的植株根部、地上部以及根系分泌物的甲醇提取液对向日葵列当(*Orobancha cumana* Wallr.) 种子的萌发刺激作用。结果表明: 根、地上部和根系分泌物对向日葵列当种子的萌发刺激作用的高低顺序为根部>地上部>根系分泌物, 最高可达 92.7%; 小茴香生长 6 周和 11 周对向日葵列当种子的萌发刺激作用较强, 其发芽率最高分别为 91.7%、87.9%; 盆栽试验结果表明, 小茴香不能被向日葵列当寄生。综上所述, 小茴香能够诱导对向日葵列当种子的萌发且不被向日葵列当寄生, 因此小茴香可以作为向日葵列当种子的“诱捕作物”。

关键词:小茴香; 向日葵列当种子; 提取液; 诱捕作物

中图分类号:S 573⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2018)15-0005-08

列当(*Orobancha* and *Phelipanche* spp.) 是一种一年生根寄生杂草, 属于列当科列当属, 主要

分布在地中海、亚洲西部地区、东欧、俄罗斯的南部、非洲东部和北部等地区^[1], 全世界有 100 多种列当属植物, 在我国约有 23 种, 主要分布在东北、华北、西北和西南等地区, 对寄主植物造成严重危害的主要有埃及列当(瓜列当, *P. aegyptiaca* Pers.)、分枝列当(大麻列当, *O. ramose* L.)、向日葵列当(直立列当, *O. cumana* Wallr.)、列当(*O. coerulescens* Steph.)、弯管列当(欧亚列当, *O. cernua* Loefling)^[2], 其中我国新疆是列当危害最严重的地区之一^[3-4]。由于列当无叶绿素, 是需要从寄主植物获得养分完成自身生命周期的异养植

第一作者简介:陈芳洁(1994-), 女, 河南濮阳人, 硕士研究生, 研究方向为寄生植物生理生态。E-mail: cfjxx0210@163.com.

责任作者:马永清(1963-), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 现主要从事植物化感作用与根寄生植物等研究工作。E-mail: mayongqing@ms.iswc.ac.cn.

基金项目:新疆生产建设兵团现代科技攻关与成果转化资助项目(2016AC007)。

收稿日期:2018-03-14

Abstract: Twenty-three seedling-edible Chinese cabbage hybrid combinations were used as materials, the main agronomic characteristics affecting the yield per plant were studied with the method of grey correlation degree analysis, in order to provide scientific basis for the seedling-edible Chinese cabbage breeding selection on high yield. The results showed that the maximum leaf petiole thickness, width and leaf width of the agronomic characteristics related to yield per plant ranked in the top three. The total order was as follows: maximum leaf petiole thickness>maximum leaf petiole width>maximum leaf width>number leaves when harvesting>maximum leaf stalk length>maximum leaf length>development degree>plant height. The contribution of main agronomic characteristics to yield per plant was clarified.

Keywords: seedling-edible Chinese cabbage; yield per plant; agronomic characteristics; grey correlation degree