

苜蓿种质资源特性的灰色关联度分析与评价*

韩 路^{1,2}, 贾志宽¹, 韩清芳¹, 刘玉华¹

(1 西北农林科技大学 干旱半干旱研究中心, 陕西 杨陵 712100; 2 塔里木农垦大学 植物科技学院, 新疆 阿拉尔 843300)

[摘 要] 应用灰色关联度分析研究了 31 个国内外优良苜蓿种质资源的生产特性。结果表明: 众多性状中茎粗对产量的贡献最大, 其次为抗病能力、株高、分枝数。评价筛选出北疆苜蓿综合性状最好、生产性能优异, 其次为侵略者、巨人 201、牧歌 401。同时此方法可以明确资源筛选中的侧重点和资源对育种工作的价值大小, 避免以前工作中的盲目性。

[关键词] 灰色关联度分析; 苜蓿; 种质资源; 综合评价

[中图分类号] S551.7

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2003)03-0059-06

有效筛选和综合评价苜蓿种质资源一直是苜蓿种质资源研究的重要内容。前人研究工作多限于对生物产量的方差分析^[1,2], 对其他各性状也仅是单项评价^[3], 分析中难免顾此失彼和无所侧重。而用回归^[4]、相关^[5]、通径分析^[6]、主成分分析^[7]等方法需要大量的样本数量, 且要求这些数据具有典型的概率分布, 在实际中难以普遍应用。灰色关联度分析可克服上述不足^[8]。灰色关联度分析法是邓聚龙教授 1982 年创立的一种重要统计分析方法^[9], 已广泛应用到各种作物如水稻、小麦、棉花、大豆等育种和新品种区域试验中。本研究运用灰色关联度分析法筛选和综合评价苜蓿种质资源, 探讨其可行性, 借以明确资源的育种价值和筛选研究的侧重点。

1 材料与方法

1.1 试验地自然概况

试验地设在西北农林科技大学农作一站。该站位于秦岭北麓、渭河平原西部的头道塬上, 北纬 34°21', 东经 108°10', 海拔 454.8 m, 年均日照时数 2 150 h, 年平均气温 12~14℃, 极端最高气温 39~40℃, 极端最低气温 -15~-21℃, 年平均降水量 621.6 mm, 春季降水偏少、干旱, 雨量主要集中在 7~9 月份, 属暖温带半湿润气候。土壤为黑垆土, 土层深厚, 通气良好, 有机质 15.9 g/kg, 全氮 0.55 g/kg。

1.2 试验材料

供试品种为国内外推广的优良苜蓿品种, 见表 1。

表 1 供试品种来源与编号

Table 1 Source and No. of tested varieties

编号 No.	中文名 Chinese name	英文名 English name	来源 Source	编号 No.	中文名 Chinese name	英文名 English name	来源 Source	编号 No.	中文名 Chinese name	英文名 English name	来源 Source
1	巨人 201	Ameristand 201	美国 America	12	路宝	Lobo	美国 America	23	吉斯-88	Gs-88	美国 America
2	牧野	Alfagraz	美国 America	13	爱博	Arriba	美国 America	24	哥伦布	Columbo	美国 America
3	卫士 302	Ameriguard 302	美国 America	14	超级 13R	13R supreme	美国 America	25	戴尔	D11	美国 America
4	全能	Total	美国 America	15	爱林	Abilene	美国 America	26	新疆大叶	Xinjiang	新疆 Xinjiang
5	牧歌 401	Amerigraz 401	美国 America	16	德国大叶熊	German bear	宁夏 Ningxia	27	北疆苜蓿	Beijing	新疆 Xinjiang
6	侵略者	Aggressor	美国 America	17	美国杂交熊	American bear	宁夏 Ningxia	28	新牧 1 号	Xinmu No. 1	新疆 Xinjiang
7	超级阿波罗	Supreme Apollo	美国 America	18	胜利者	Victor	加拿大 Canada	29	中苜 1 号	Zhongmu No. 1	北京 Beijing
8	爱维兰	avalanche	美国 America	19	兼用型	Haygraze	加拿大 Canada	30	保丰苜蓿	Baofeng	北京 Beijing
9	改革者	Innovator	美国 America	20	竞争者	Runner	加拿大 Canada	31	中兰 1 号	Zhonglan No. 1	兰州 Lanzhou
10	爱菲尼特	Affinity	美国 America	21	朝阳苜蓿	Jacklin	美国 America				
11	射手	Archer	美国 America	22	路德	Rowdy	美国 America				

[收稿日期] 2002-07-15

[基金项目] 农业部“948”项目(2001-372); 教育部重点项目(重点 01167); 农业部农业结构调整重大技术研究专项“西北旱区优质高产抗逆紫花苜蓿品种的筛选及其配套栽培技术研究”; 科技部农业科技成果转化奖金项目“西北旱区农田高效微集水种植技术示范与开发”; 陕西省科技厅攻关项目(2001K01-G12-04)

[作者简介] 韩 路(1971-), 男, 江苏邳县人, 讲师, 主要从事农业生态学 research。



1.3 试验方法

参试品种按秋眠级数顺序排列, 每品种 90 m^2 , 小区面积 $9.0\text{ m} \times 2\text{ m}$, 每小区 5 行, 行距 30 cm , 重复 5 次。2001-05-04~06 播种, 人工开沟条播, 播深 2 cm , 播量 15 kg/hm^2 。2001-05-19 出苗。整个生育期不灌水、不施肥、不喷药防治病虫害, 适时人工除草。

1.4 测定项目

在各茬草刈割前调查各苜蓿品种的生物学性状, 包括株高、茎粗、分枝数、节间长、节间数、叶长、叶宽、叶片数、抗病性、抗虫性、抗倒伏性、产草量。

1.5 灰色关联分析的原理与方法

按灰色系统理论, 把所有的供试品种或性状看

$$\xi_i(k) = \frac{\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| + \rho \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \rho \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}$$

为 x_0 与 x_i 在第 k 点的关联系数^[11]。式中 $|x_0(k) - x_i(k)| = \Delta_i(k)$ 表示 x_0 数列与 x_i 数列在第 k 点的绝对差。 $\min_k |x_0(k) - x_i(k)|$ 是一级最小差, 即在绝对差 $|x_0(k) - x_i(k)|$ 中按不同 k 值(性状或品种)挑选其中最小者; $\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)|$ 是二级最小差, 即在 $\min_k |x_0(k) - x_i(k)|$ 中按不同 i 值(比较数列值)挑选其中最小者。同理 $\max_k |x_0(k) - x_i(k)|$ 是一级最大差, $\max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|$ 是二级最大差, 其意义与二级最小差相似。 ρ 为分辨系数, 作用在于提高关联系数间的差异显著性, 取值在 $0 \sim 1$ ^[12]。本文取 $\rho = 0.5$, 认为同等重要。由于比较数列(本文将抗倒伏性按强、中、弱分为 3, 2, 1; 抗病性按田间自然诱发病害发生级数分为 5, 4, 3, 2, 1; 抗虫性按受害程度分为 5, 4, 3, 2, 1 级)与参考数列各指标的关联系数较多, 信息量较分散, 不便于进行比较, 为此将各品种(或性状)的关联系数集中为一个值^[13], 称

为 x_i 与 x_0 数列之间的关联度, 记为 r_i , $r_i = 1/n \sum \xi_i(k)$ 。关联度越大, 表明该品种(或性状)与标准品种(或性状)(本文中标准品种是根据苜蓿育种目标而构建的最优品种, 标准品种的产量高于参试品种中最大值的 5%^[14]; 其他性状稍高于参试品种中最大值。这一标准符合苜蓿品种选育的演变趋势以及高

成是一个灰色系统, 而每一品种或性状是该系统中的一个因素, 分析系统中各因素关联度越大, 因素的相似程度越高^[10]。先设一个参考品种或性状, 以其各项性能指标所构成的数列作为参考数列, 以供试品种或性状的各性能指标所构成的数列为比较数列, 计算各供试品种或性状与参考品种或性状之间的关联度, 从而确定供试品种或性状的优劣。

设参考数列为 x_0 , 比较数列为 x_i , $i = 1, 2, 3, \dots, N$, 且 $x_0 = \{x_0(1), x_0(2), x_0(3), \dots, x_0(n)\}$, $x_i = \{x_i(1), x_i(2), x_i(3), \dots, x_i(n)\}$, 则

产、高抗逆的育种目标)的相似程度高, 反之则低。根据关联度的大小, 可筛选、评价供试品种(或性状)的优劣。

2 结果与分析

2.1 筛选苜蓿种质资源

种质资源的筛选主要是为育种服务, 育种研究又以产量性状为主攻目标, 故以产草量(x_0)为参考数列, 以株高、茎粗、节间数、节间长、叶长、叶宽、叶片数、分枝数、抗病性、抗虫性、抗倒伏性各项指标构成的数列为比较数列, 分别记为 $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}$ 加以分析, 以明确各性状对产草量的影响。参试苜蓿品种性状见表 2。

由表 3 可知, 关联度依次为 $0.7298 > 0.7229 > 0.7202 > 0.7097 > 0.7088 > 0.6955 > 0.6948 > 0.6930 > 0.6795 > 0.6769 > 0.6542$, 即茎粗 > 抗病性 > 分枝数 > 株高 > 叶长 > 叶片数 > 节间数 > 节间长 > 抗倒伏性 > 叶宽 > 抗虫性。据此可以认为, 苜蓿种质资源的生产能力与茎粗相关性最大, 然后依次是抗病性、分枝数、株高、叶长、叶片数, 而叶宽和抗虫性对苜蓿生产性能影响较小。此外, 抗病性与苜蓿生产性能的关联度较大, 位居第二, 说明在苜蓿种质资源的选择中, 应把抗病能力作为一个重要的因素加以考虑。

表 2 参试苜蓿品种各性状平均值

Table 2 Average of different traits of tested alfalfa varieties

品种 Variety	株高 (x ₁)/cm Plant height	茎粗 (x ₂)/cm Stem diameter	节间数 (x ₃) Internode number	节间长 (x ₄)/cm Internode length	叶长 (x ₅)/cm Leaf length	叶宽 (x ₆)/cm Leaf width	叶片数 (x ₇) Leaf number	分枝数(x ₈) Shoot number per plant	抗病性 (x ₉) Disease resistance	抗虫性 (x ₁₀) Pest resistance	抗倒伏性 (x ₁₁) Ortho- tropism	产量/ (kg·hm ⁻²) (x ₀) Yield
巨人 201 Ameristand 201 (y ₁)	61.61	0.2764	13.9	4.48	2.76	1.50	44.7	7.9	5	4	2	6262.4
牧野 Alfagraz (y ₂)	65.93	0.2509	14.4	4.51	2.64	1.35	46.1	7.5	5	2	3	5345.3
卫士 302 Ameriguard 302 (y ₃)	60.40	0.2752	13.4	4.44	2.80	1.40	43.2	7.7	4	4	2	4391.6
全能 Total (y ₄)	63.93	0.2921	13.4	4.70	2.49	1.39	43.2	6.1	4	3	3	5947.4
牧歌 401 Amerigraz 401 (y ₅)	64.89	0.2845	13.4	4.79	2.76	1.49	43.1	8.4	5	3	2	6531.0
侵略者 Aggressor (y ₆)	65.09	0.2907	13.8	4.67	2.67	1.50	44.3	9.8	4	3	3	5136.9
超级阿波罗 Supreme Apollo (y ₇)	62.47	0.2685	13.9	4.39	2.55	1.34	44.6	7.4	4	3	2	5524.7
爱维兰 Avalanche (y ₈)	65.62	0.2695	14.6	4.41	2.48	1.32	46.8	6.7	4	2	2	5397.7
改革者 Innovator (y ₉)	64.75	0.2671	14.5	4.41	2.54	1.33	46.5	7.4	5	2	2	4775.1
爱菲尼特 Affinity (y ₁₀)	61.80	0.2778	13.4	4.56	2.77	1.63	43.1	7.7	4	3	2	5725.2
射手 Archer (y ₁₁)	69.47	0.2807	12.9	5.31	2.48	1.36	41.7	8.5	4	2	2	5505.2
路宝 Lobo (y ₁₂)	70.50	0.2966	14.4	4.77	2.65	1.45	46.2	7.3	4	2	2	5234.5
爱博 Arriba (y ₁₃)	64.98	0.2801	15.0	4.28	2.55	1.49	47.9	8.2	4	3	2	5311.4
超级 13R 13R supreme (y ₁₄)	67.45	0.2967	13.8	4.82	2.78	1.55	44.3	6.9	4	2	1	5139.7
爱林 Abilence (y ₁₅)	61.46	0.2695	12.9	4.67	2.69	1.24	41.7	7.5	4	4	1	5574.5
德国大叶熊 German bear (y ₁₆)	64.94	0.2700	14.0	4.58	2.82	1.72	45.0	7.1	4	4	2	4735.7
美国杂交熊 American bear (y ₁₇)	69.56	0.2756	13.8	4.94	2.78	1.39	44.5	7.3	2	4	1	5282.6
胜利者 Vector (y ₁₈)	61.93	0.2642	13.7	4.43	2.73	1.31	44.1	7.8	4	4	2	5516.1
兼用型 Haygraze (y ₁₉)	62.80	0.2658	13.5	4.59	2.73	1.47	43.4	7.8	4	3	2	4971.8
竞争者 Runner (y ₂₀)	62.02	0.2765	13.0	4.64	2.67	1.47	42.0	6.5	4	3	3	4528.1
朝阳苜蓿 Jacklin (y ₂₁)	47.12	0.2076	12.6	3.67	2.46	1.26	40.8	5.9	4	3	1	4126.0
路德 Rowdy (y ₂₂)	56.86	0.2441	13.5	4.12	2.68	1.35	43.4	8.0	4	3	2	4469.2
吉斯 88 Gs-88 (y ₂₃)	56.81	0.2510	12.9	4.37	2.59	1.35	41.6	7.3	3	3	2	4876.7
哥伦布 Columbo (y ₂₄)	57.79	0.2567	12.9	4.39	2.52	1.29	41.8	6.5	3	3	1	3817.1
戴尔 DII (y ₂₅)	59.36	0.2541	14.4	4.09	2.60	1.43	46.2	7.1	4	4	2	5233.5
新疆大叶 Xinjiang (y ₂₆)	65.90	0.2648	13.5	4.80	2.89	1.55	43.5	7.4	1	1	1	3985.4
北疆苜蓿 Beijiang (y ₂₇)	70.23	0.2809	14.4	4.84	2.89	1.53	46.1	9.5	5	3	1	5903.6
新牧 1 号 Ximu No. 1 (y ₂₈)	62.65	0.2621	13.3	4.60	2.78	1.53	43.2	7.0	2	1	1	5452.0
中苜 1 号 Zhongmu No. 1 (y ₂₉)	69.36	0.2670	13.8	4.98	2.77	1.30	44.3	7.6	1	1	1	5544.9
保丰苜蓿 Baofeng (y ₃₀)	64.86	0.2654	12.9	4.93	2.66	1.26	41.7	7.3	3	1	2	5086.0
中兰 1 号 Zhonglan No. 1 (y ₃₁)	70.50	0.3017	14.2	4.89	2.80	1.42	45.6	7.7	4	2	2	6403.0

表 3 各性状与产草量的关联系数矩阵和关联度及其序位

Table 3 Grey correlation coefficient matrix and grey correlation value and sequence of different traits with yield

品种 Variety	株高 (x ₁) Plant height	茎粗 (x ₂) Stem diameter	节间数 (x ₃) Internode number	节间长 (x ₄) Internode length	叶长 (x ₅) Leaf length	叶宽 (x ₆) Leaf width	叶片数 (x ₇) Leaf number	分枝数 (x ₈) Shoot number per plant	抗病性 (x ₉) Disease resistance	抗虫性 (x ₁₀) Pest resistance	抗倒伏性 (x ₁₁) Ortho- tropism
y ₁	0 502 1	0 591 5	0 604 0	0 488 8	0 670 3	0 681 8	0 603 1	0 632 7	0 836 3	0 870 4	0 577 6
y ₂	0 875 2	0 589 4	0 659 0	0 817 0	0 781 0	0 689 5	0 659 4	0 912 4	0 639 3	0 653 9	0 526 9
y ₃	0 758 5	0 546 3	0 686 8	0 697 3	0 444 9	0 623 1	0 688 9	0 555 8	0 547 6	0 414 9	0 547 1
y ₄	0 633 1	0 959 9	0 540 4	0 719 1	0 407 6	0 567 9	0 539 1	0 392 6	0 680 8	0 685 2	0 717 7
y ₅	0 510 3	0 599 0	0 420 8	0 576 5	0 586 3	0 569 1	0 420 0	0 660 0	0 703 8	0 513 2	0 511 1
y ₆	0 818 4	0 595 8	0 876 2	0 821 2	0 981 0	0 692 7	0 878 6	0 385 9	0 832 2	0 825 6	0 482 5
y ₇	0 719 4	0 762 0	0 943 1	0 628 9	0 552 6	0 606 4	0 940 7	0 742 0	0 897 1	0 904 9	0 898 4
y ₈	0 940 6	0 850 6	0 587 2	0 688 4	0 495 7	0 625 6	0 587 2	0 595 0	0 991 7	0 635 7	0 993 3
y ₉	0 672 6	0 790 7	0 468 8	0 944 8	0 801 0	0 956 7	0 468 9	0 765 9	0 489 7	0 951 2	0 663 8
y ₁₀	0 612 3	0 833 8	0 592 7	0 680 8	0 996 3	0 625 6	0 591 1	0 792 2	0 779 6	0 785 5	0 780 5
y ₁₁	0 710 3	0 938 1	0 515 7	0 490 2	0 475 0	0 661 6	0 514 0	0 712 5	0 910 4	0 601 3	0 911 7
y ₁₂	0 571 3	0 563 1	0 603 8	0 765 5	0 874 8	0 874 5	0 604 1	0 853 1	0 893 0	0 696 2	0 891 7
y ₁₃	0 940 0	0 826 3	0 476 9	0 621 3	0 609 8	0 791 5	0 476 6	0 715 8	0 947 5	0 938 9	0 946 0
关 y ₁₄	0 672 8	0 538 1	0 878 0	0 677 1	0 653 8	0 585 4	0 880 4	0 752 2	0 833 8	0 737 0	0 602 4
联 y ₁₅	0 647 2	0 755 5	0 500 7	0 875 6	0 803 1	0 459 5	0 499 1	0 756 5	0 864 7	0 704 8	0 494 0
系 y ₁₆	0 648 6	0 721 6	0 585 8	0 717 9	0 494 0	0 351 2	0 586 6	0 880 4	0 650 3	0 471 3	0 649 6
数 y ₁₇	0 623 4	0 911 0	0 912 5	0 634 7	0 714 9	0 834 2	0 914 8	0 838 8	0 503 5	0 601 1	0 561 9
矩 y ₁₈	0 692 9	0 696 5	0 823 9	0 662 6	0 999 9	0 567 1	0 821 6	0 964 9	0 902 9	0 681 3	0 904 2
阵 y ₁₉	0 907 5	0 943 1	0 995 7	0 824 5	0 690 9	0 681 2	1 000 0	0 708 6	0 746 3	0 741 0	0 745 4
y ₂₀	0 721 3	0 569 1	0 972 4	0 596 7	0 641 6	0 551 5	0 966 8	0 892 0	0 584 2	0 580 9	0 387 2
y ₂₁	0 513 0	0 502 4	0 944 6	0 587 7	0 942 4	0 888 0	0 938 0	0 865 1	0 488 1	0 485 8	0 846 8
y ₂₂	0 878 6	0 855 3	0 701 5	0 834 7	0 607 6	0 769 5	0 703 6	0 517 1	0 567 8	0 564 7	0 567 3
y ₂₃	0 673 2	0 768 6	0 685 8	0 917 2	0 918 8	0 986 3	0 682 7	0 893 6	0 901 8	0 699 6	0 703 6
y ₂₄	0 664 4	0 570 9	0 681 7	0 547 6	0 686 5	0 643 1	0 677 5	0 666 7	0 564 8	0 431 6	0 694 5
y ₂₅	0 668 1	0 664 1	0 603 5	0 530 2	0 744 7	0 977 5	0 603 7	0 765 4	0 892 3	0 586 6	0 891 0
y ₂₆	0 438 8	0 538 6	0 532 8	0 414 3	0 334 8	0 373 8	0 534 0	0 517 2	0 696 2	0 973 3	0 769 9
y ₂₇	0 862 2	0 798 0	0 952 7	0 890 7	0 736 6	0 957 2	0 953 5	0 572 8	0 912 1	0 702 9	0 434 8
y ₂₈	0 764 4	0 691 6	0 654 8	0 860 1	0 802 8	0 741 1	0 694 5	0 656 4	0 469 9	0 456 0	0 520 4
y ₂₉	0 734 4	0 727 3	0 838 9	0 698 5	0 873 0	0 537 6	0 836 7	0 836 3	0 364 5	0 440 4	0 500 1
y ₃₀	0 807 3	0 962 5	0 629 8	0 580 7	0 961 8	0 607 7	0 627 3	0 986 2	0 778 6	0 530 2	0 802 6
y ₃₁	0 819 5	0 961 8	0 667 6	0 693 0	0 687 9	0 506 9	0 666 9	0 541 4	0 540 3	0 414 0	0 540 8
关联度 Value 排序 Sequence	4	1	7	8	5	10	6	3	2	11	9

注(Note): 原始数据无量纲化。Method of data standardised $x_i(k) = \frac{x_i(k) - \bar{x}}{s_i}$, $(1) \min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| = 0.0077 \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)| =$

3 593 0 (2)

2.2 综合评价苜蓿种质资源

根据灰色系统理论和应用数列间的相似程度来判断两个系统或系统中的两个因素之间关联程度的原理,对国内外 31 个不同苜蓿品种的多个性状进行观测分析,综合评价各品种的生产性能,由定性评价转为定量评价。根据关联度分析原则,关联度大的数列与标准数列最接近。标准品种的构建根据最优性原则,结果见表 4。由表 5 可知,参试品种与标准品种的关联度大小依次为北疆苜蓿> 侵略者> 巨人 201> 牧歌 401> 中兰 1 号> 牧野> 德国大叶熊> 全能> 路宝> 爱博> 爱菲尼特> 改革者> 射手> 竞

争者> 超级 13R> 胜利者> 美国杂交熊> 戴尔> 卫士 302> 兼用型> 爱维兰> 超级阿波罗> 爱林> 中苜 1 号> 路德> 保丰苜蓿> 新疆大叶> 新牧 1 号> 吉斯-88> 哥伦布> 朝阳苜蓿。据此可知,北疆苜蓿与标准品种的相似度最大,其次为侵略者、巨人 201、牧歌 401、中兰 1 号,而朝阳苜蓿与标准品种相似度最小。由表 2、5 可知,北疆苜蓿产草量不是最高,但植株其他性状均较好,故与标准品种的相似度最大。牧歌 401、巨人 201 产草量高,但其植株高度相对稍低、节间数略少,故与标准品种的关联度分别位居第 4 和第 3。侵略者与北疆苜蓿特性相似。新疆

大叶、保丰苜蓿由于抗病性(褐斑病)差,造成产量低,且个别性状较差,是导致它们与标准品种的关联度小的主要原因,而使排序位置处于倒数第 5、第 6 位。

表 4 标准品种的构建

Table 4 Establishment of standard variety

品种 Variety	株高 (x ₁)/cm Plant height	茎粗 (x ₂)/cm Stem diameter	节间数 (x ₃) Internode number	节间长 (x ₄)/cm Internode length	叶长 (x ₅)/cm Leaf length	叶宽 (x ₆)/cm Leaf width	叶片数 (x ₇) Leaf numbers	分枝数 (x ₈) Shoot number per plant	抗病性 (x ₉) Disease resistance	抗虫性 (x ₁₀) Pest resistance	抗倒伏性 (x ₁₁) Ortho- tropism	产量/ (kg·hm ⁻²) (x ₀) Yield
标准品种(y ₀) Standard variety (y ₀)	71	0.31	15	5.5	3	1.8	48	10	5	5	3	6857.6

表 5 参试品种与标准品种的关联系数矩阵和关联度及其序位

Table 5 Grey correlation coefficient matrix and value and sequence of tested varieties with standard variety

品种 Variety	关联系数矩阵 Grey correlation coefficient matrix													关联度 Value	序位 Sequence
y ₁	0.772 0	0.786 8	0.845 1	0.684 1	0.833 3	0.705 9	0.853 3	0.657 9	1.000 0	0.666 7	0.545 5	0.821 7	0.764 4	3	
y ₂	0.848 5	0.677 2	0.902 3	0.690 6	0.766 8	0.612 8	0.907 8	0.615 4	1.000 0	0.400 0	1.000 0	0.644 6	0.755 5	6	
y ₃	0.728 3	0.780 6	0.790 8	0.674 8	0.857 4	0.642 6	0.801 3	0.630 4	0.666 7	0.666 7	0.545 5	0.526 6	0.692 6	19	
y ₄	0.800 6	0.873 9	0.789 5	0.734 5	0.699 7	0.634 4	0.800 0	0.506 3	0.666 7	0.500 0	1.000 0	0.750 9	0.729 7	8	
y ₅	0.822 9	0.829 4	0.785 3	0.755 2	0.834 8	0.696 7	0.796 0	0.708 0	1.000 0	0.500 0	0.545 5	0.893 6	0.764 0	4	
y ₆	0.827 6	0.865 3	0.827 6	0.726 0	0.781 8	0.702 4	0.836 6	0.941 2	0.666 7	0.500 0	1.000 0	0.614 5	0.774 1	2	
y ₇	0.768 9	0.749 2	0.842 1	0.665 2	0.727 3	0.607 6	0.850 5	0.601 5	0.666 7	0.500 0	0.545 5	0.673 0	0.683 1	22	
y ₈	0.840 6	0.753 8	0.937 5	0.668 8	0.697 5	0.601 8	0.941 2	0.547 9	0.666 7	0.400 0	0.545 5	0.652 7	0.687 8	21	
y ₉	0.819 5	0.743 0	0.923 1	0.668 5	0.720 7	0.605 0	0.927 5	0.606 1	1.000 0	0.400 0	0.545 5	0.568 4	0.710 6	12	
y ₁₀	0.755 3	0.793 6	0.786 9	0.699 7	0.838 3	0.807 6	0.797 5	0.637 5	0.666 7	0.500 0	0.545 5	0.707 8	0.711 4	11	
y ₁₁	0.948 9	0.808 9	0.740 7	0.919 5	0.697 7	0.620 7	0.752 9	0.720 7	0.666 7	0.400 0	0.545 5	0.669 8	0.707 7	13	
y ₁₂	0.982 5	0.902 5	0.909 1	0.749 8	0.771 7	0.672 9	0.914 3	0.592 6	0.666 7	0.400 0	0.545 5	0.628 3	0.728 0	9	
y ₁₃	0.825 1	0.805 7	0.991 7	0.643 5	0.726 4	0.697 7	0.992 2	0.689 7	0.666 7	0.500 0	0.545 5	0.639 5	0.727 0	10	
y ₁₄	0.888 9	0.903 1	0.827 6	0.763 2	0.845 1	0.742 3	0.836 6	0.563 4	0.666 7	0.400 0	0.375 0	0.614 9	0.702 2	15	
y ₁₅	0.748 6	0.753 8	0.740 7	0.725 8	0.792 6	0.560 3	0.752 9	0.610 7	0.666 7	0.666 7	0.375 0	0.681 3	0.672 9	23	
y ₁₆	0.824 1	0.756 1	0.857 1	0.704 9	0.866 4	0.894 4	0.864 9	0.579 7	0.666 7	0.666 7	0.545 5	0.563 8	0.732 5	7	
y ₁₇	0.951 6	0.782 8	0.837 2	0.797 2	0.843 6	0.634 9	0.845 8	0.595 2	0.400 0	0.666 7	0.375 0	0.635 2	0.697 1	17	
y ₁₈	0.757 9	0.730 3	0.821 9	0.673 7	0.816 3	0.595 0	0.831 2	0.645 2	0.666 7	0.666 7	0.545 5	0.671 6	0.701 8	16	
y ₁₉	0.775 9	0.737 2	0.794 7	0.707 2	0.816 3	0.686 7	0.805 0	0.645 2	0.666 7	0.500 0	0.545 5	0.592 6	0.689 4	20	
y ₂₀	0.759 8	0.787 3	0.750 0	0.719 1	0.785 1	0.683 1	0.761 9	0.529 8	0.666 7	0.500 0	1.000 0	0.540 8	0.707 0	14	
y ₂₁	0.543 2	0.547 7	0.714 3	0.545 8	0.687 7	0.569 2	0.727 3	0.493 8	0.666 7	0.500 0	0.375 0	0.501 1	0.572 6	31	
y ₂₂	0.667 5	0.653 0	0.794 7	0.613 7	0.789 5	0.615 4	0.805 0	0.666 7	0.666 7	0.500 0	0.545 5	0.534 6	0.654 3	25	
y ₂₃	0.666 7	0.677 6	0.736 2	0.660 3	0.745 3	0.617 5	0.748 5	0.592 6	0.500 0	0.500 0	0.545 5	0.580 7	0.630 9	29	
y ₂₄	0.682 5	0.699 4	0.740 7	0.664 5	0.712 2	0.585 4	0.754 4	0.533 3	0.500 0	0.500 0	0.375 0	0.474 3	0.601 8	30	
y ₂₅	0.709 2	0.689 3	0.909 1	0.609 1	0.750 0	0.657 5	0.914 3	0.575 5	0.666 7	0.666 7	0.545 5	0.628 1	0.693 4	18	
y ₂₆	0.847 8	0.732 9	0.800 0	0.758 6	0.916 0	0.742 3	0.810 1	0.601 5	0.333 3	0.333 3	0.375 0	0.488 5	0.644 9	27	
y ₂₇	0.973 6	0.809 9	0.902 3	0.768 0	0.912 5	0.723 6	0.907 8	0.879 1	1.000 0	0.500 0	0.375 0	0.742 0	0.791 1	1	
y ₂₈	0.772 8	0.721 3	0.779 2	0.709 5	0.842 1	0.727 3	0.800 0	0.571 4	0.400 0	0.333 3	0.375 0	0.661 2	0.641 1	28	
y ₂₉	0.945 2	0.742 5	0.827 6	0.809 7	0.839 2	0.587 8	0.836 6	0.625 0	0.333 3	0.333 3	0.375 0	0.676 3	0.661 0	24	
y ₃₀	0.822 1	0.735 5	0.740 7	0.794 3	0.779 2	0.571 4	0.752 9	0.597 0	0.500 0	0.333 3	0.545 5	0.607 6	0.648 3	26	
y ₃₁	0.982 5	0.937 3	0.882 4	0.783 1	0.854 1	0.654 5	0.888 9	0.634 9	0.666 7	0.400 0	0.545 5	0.857 8	0.757 3	5	

注(Notes): 原始数据无量纲化。Method of data standardised $x_i(k) = \frac{x_i(k) - \bar{x}_i}{S_i}$, (1) $\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| = 0.0077$ $\max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)| = 3.5930$ (2)

3 结论与讨论

1) 苜蓿种质资源筛选中的灰色关联度分析表明,与产草量相关的各性状中以茎粗对产量作用最大,其次为抗病性、分枝数、株高;叶宽、抗虫性对产草量的影响较小。抗病性与产草量的关联度位居第

2,因此在以产草量为主要目标的苜蓿种质资源筛选中应将其作为一个重要的指标加以考虑。

2) 苜蓿种质资源综合评价中的灰色关联度分析表明,北疆苜蓿与标准品种的关联度最大,综合性状最好。其次为侵略者、巨人 201、牧歌 401、中兰 1 号。牧歌 401 产草量最高,但其植株高度稍低、节间

数略少,故使其排序位居第 4。

3) 苜蓿种质资源评价的灰色关联分析,应用中应根据当地实际情况,因地制宜综合考虑环境与材料特性,筛选出适合于本地的优良苜蓿种质。同时加强田间考察,了解各种质的优良性状,以便充分挖掘各种质的潜力,筛选、培育出适合不同生产需求的优异品种。

4) 苜蓿是多年生的优质豆科牧草,不同来源的种质需多年逐步适应当地的生态条件才能充分发挥

其优异特性,因此加强种质资源的研究和多年定量考察,可筛选出适应性好、生产性能优越的苜蓿种质,促进当地牧草产业的发展。

5) 参考品种是依据各参试品种各性状的上限或最佳表型值,并结合育种目标而确定,用其来综合评判新品种,可以一目了然地看出新品种主要性状的优点和缺点,其结果更加数量化并具有一定的可靠性,这对全面、科学地评价和合理利用新品种具有重要的意义。

[参考文献]

- [1] 阎旭东,朱志明,李桂荣 六个苜蓿品种特性分析[J]. 草地学报, 2001, 9(4): 302- 306
- [2] 谷安琳, Larry Holzworth, 云锦凤 几种豆科牧草旱作条件下的牧草产量分析[J]. 中国草地, 1998, (5): 26- 30
- [3] 莫本田, 罗天琼, 谢继石 美国紫花苜蓿引种试验[J]. 贵州农业科学, 1996, (2): 6- 13
- [4] 耿本仁 沙打旺主要性状对产草量的影响[J]. 中国草原, 1985, (4): 58- 61
- [5] 杨恩忠 不同生长阶段群体数量特征对产草量作用的分析[J]. 草业学报, 1997, 5 (1): 48- 53
- [6] 章崇玲, 梁祖铎 多花黑麦草种子产量与主要农艺性状的通径分析[J]. 草业科学, 1998, 15(1): 27- 29
- [7] 逯晓萍, 郝 峰, 张润生 高粱主要经济性状的主成分分析[J]. 内蒙古农牧学院学报, 1997, 18(3): 48- 51
- [8] 刘录祥 灰色系统理论应用于作物新品种综合评估初探[J]. 中国农业科学, 1989, 22 (3): 22- 27
- [9] 邓聚龙 灰色系统综述[J]. 世界科学, 1983, (7): 1- 5
- [10] 何 凡 试用灰色关联分析评价红麻区试品种[J]. 贵州农业科学, 1988, (6): 25- 28
- [11] 唐成斌, 龙绍云 灰色系统理论在牧草引种上的应用初探[J]. 草业科学, 1991, 8(6): 44- 47
- [12] 郭瑞林 作物灰色育种学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1988 26- 40
- [13] 尚新刚, 王建华, 李建龙 新型灰色关联度分析法在天山北坡天然草地类型质量评价中的应用[J]. 中国草地, 2001, 23(6): 16- 20
- [14] 蒲晓斌, 蒋梁材, 王 瑞 灰色关联度分析在油菜种质资源研究中的应用[J]. 西南农业大学学报, 2000, 22(3): 203- 207

Relational grade analysis of grey theory and evaluation of characteristics of alfalfa germplasm resources

HAN Lu^{1,2}, JIA Zhi-kuan¹, HAN Qing-feng¹, LIU Yu-hua¹

(1 Arid and Semi-arid Center of Northwest Science and Technology University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Institute of Plants Science and Technology of Tarim Agriculture Reclamation University, Alar, Xinjiang 843300, China)

Abstract Relational grade analysis of grey system was used to study the productive power of thirty-one alfalfa varieties in this paper. The results showed that stem diameter had the highest effect on herbage yield, resistance power of disease, plant height and branch number were secondary. Relational grade analysis of grey system was used to evaluate characters of alfalfa varieties, Beijing Alfalfa had good complex character and superiority in relative herbage yield potential Aggressor, Ameristand 201 and Amerigrase 401 were secondary. This method helped to highlight the key links in resource screening and the relative value of the studied materials to breeding work, and avoid randomness frequently met in the past work.

Key words: grey relational grade analysis; alfalfa; germplasm resources; complex evaluation