

乔志宏,魏臻武,任海龙,等. 燕麦干草产量与构成性状的灰色关联分析[J]. 江苏农业科学,2016,44(3):267-270.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.03.076

燕麦干草产量与构成性状的灰色关联分析

乔志宏¹, 魏臻武¹, 任海龙^{1,2}, 郑 曦¹

(1. 扬州大学动物科学与技术学院/扬州大学草业科学研究所, 江苏扬州 225009;

2. 新疆农业科学院海南三亚农作物育种试验中心, 海南三亚 572014)

摘要:采用灰色关联分析法,对 23 份燕麦材料干草产量与构成性状进行分析。结果表明:燕麦干草产量与构成性状的关联顺序为旗叶长 > 叶茎比 > 株高 > 穗长 > 中性洗涤纤维 > 小穗数 > 酸性洗涤纤维 > 蛋白质含量 > 粗脂肪 > 单株分蘖数 > 第 2 节茎粗;在江苏省扬州地区选育燕麦材料时,应优先考虑旗叶长、叶茎比、株高等指标,且须结合中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、蛋白质含量、粗脂肪等指标进行综合选择。

关键词:燕麦;干草产量;农艺性状;灰色关联分析

中图分类号: S512.603 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)03-0267-04

燕麦(*Avena sativa*, L)作为一种耐贫瘠、耐盐碱、抗旱耐寒、产草量高、营养价值丰富的粮食作物和经济作物,在我国北方高寒牧区放牧牲畜冷季补饲等方面发挥着不可替代的作用^[1]。然而,由于地域耕作制度和气候等原因限制,燕麦在南方地区没有被大面积推广。近年来,随着我国畜牧业和奶业的平衡、加速发展,燕麦在奶牛饲草、饲料、营养保健中的优

势作用越来越受到青睐^[2-4],南方地区对燕麦等优质饲草的引种工作得到关注^[5-6]。燕麦的干草产量主要受到地区生态条件和燕麦品种特性双重影响^[7]。常规量化评比方法难以全面地反映各燕麦品种的综合质量,必须根据多个性状和多个区试点的数据建立一个能够全面反映燕麦品种质量的综合指标^[8]。灰色关联分析方法是从不完全的信息中,对所分析研究的各因素通过一定的数据处理,找出其关联性,进而分析出各因素的重要程度^[9]。该方法已被应用于大田作物、蔬菜、花卉等的品种选育、品种比较等领域^[10-14],产量是众多因素共同影响的结果,适合用于灰色关联分析^[9]。本研究通过灰色关联分析法分析燕麦干草产量与其构成性状的关联程度,找出影响干草产量的主要因素,以期对江苏省扬州地区燕麦品种的选育与应用提供指导。

收稿日期:2015-03-09

基金项目:国家自然科学基金(编号:30972136);江苏省普通高校研究生科研创新计划(编号:CXLX13-923,CXLX12-0932)。

作者简介:乔志宏(1989—),男,山西繁峙人,硕士研究生,研究方向为牧草种质资源评价与遗传育种。E-mail: qiaozhihong1019@163.com。

通信作者:魏臻武,博士,教授,主要从事牧草种质资源评价与遗传育种研究。E-mail: zhenwu_wei@hotmail.com。

[11] Cheng Q Q, Lu D R. PCR-RFLP analysis of cytochrome b gene does not support *Coilia ectenes taihuensis* being a subspecies of *Coilia ectenes*[J]. J Genet, 2005, 84(3):307-310.

[12] 唐文乔,胡雪莲,杨金权. 从线粒体控制区全序列变异看短颌鲚和湖鲚的物种有效[J]. 生物多样性, 2007, 15(3):224-231.

[13] 郭弘艺,魏凯,唐文乔,等. 基于矢耳石形态特征的中国鲟属鱼类种类识别[J]. 动物分类学报, 2010, 35(1):127-134.

[14] 田思泉,田芝清. 长江口刀鲚汛期特征及其资源状况的年度变化分析[J]. 上海海洋大学学报, 2014, 23(2):245-250.

[15] Duan J R, Zhang H Y, Liu K, et al. An overview of *Coilia ectenes* in Jiangsu section of the Yangtze River[J]. Agricultural Science & Technology, 2012, 13(9):1950-1954.

[16] 陈卫境,顾树信. 长江靖江段刀鲚资源调查报告[J]. 水产养殖, 2012(7):10-12.

[17] 张呈祥,陈平,郑金良. 长江刀鲚灌江纳苗与养殖[J]. 科学养鱼, 2006(7):26-26.

[18] 沈林宏,戴玉红,顾树信,等. 长江刀鲚幼鱼的采集与运输技术研究[J]. 水产养殖, 2011(5):4-6.

[19] “刀鲚及美洲鲥人工繁殖技术研究”通过阶段性验收[J]. 现代

渔业信息, 2009(8):29.

[20] 渔业简讯[J]. 水产科技情报, 2013, 40(3):142-142.

[21] 魏广莲,徐钢春. 不同人工饲料对刀鲚幼鱼生长、血清生化指标及脂质谱代谢酶活性的影响[J]. 应用生态学报, 2013, 24(12):3567-3573.

[22] 郭正龙. 长江刀鲚养殖亲本培育技术[J]. 渔业现代化, 2012(6):47-50.

[23] 陈忠高. 长江刀鱼池塘驯养试验[J]. 水产养殖, 2010(3):1.

[24] 徐钢春,聂志娟,薄其康,等. 水温对刀鲚幼鱼耗氧率、窒息点、血糖及肌肝糖元指标的影响[J]. 生态学杂志, 2012, 31(12):3116-3120.

[25] 唐雪,季雪,代卉等. 野生与池养刀鲚肌肉品质特性及抗氧化性的比较分析[J]. 食品工业科技, 2011(12):193-195.

[26] 施永海,张根玉,张海明,等. 配合饲料和活饵料喂养刀鲚肌肉营养成分分析与比较[J]. 动物营养学报, 2014(2):427-436.

[27] 徐继林,严小军,罗瑜萍,等. 岱衢族野生大黄鱼与养殖大黄鱼肌肉脂类和脂肪酸组成的比较研究[J]. 中国食品学报, 2008, 8(1):108-114.

[28] 王耀辉. 人工养殖长江刀鱼常见疾病及防治方法[J]. 科学养鱼, 2014(4):56-58.

1 材料与方法

1.1 试验材料

参试燕麦种质资源来自青海省、甘肃省等我国燕麦传统种植地区,其中包括地方品种和育成品种、育种品系(表 1)。

表 1 参试材料与来源

编号	品种名称	来源
1	杂叶 307(<i>Avena sativa</i> L. cv. Zaye 307)	甘肃省
2	4017(<i>Avena sativa</i> L. cv. 4017)	甘肃省
3	219(<i>Avena sativa</i> L. cv. 219)	甘肃省
4	877(<i>Avena sativa</i> L. cv. 877)	甘肃省
5	120(<i>Avena sativa</i> L. cv. 120)	甘肃省
6	青引 2 号(<i>Avena sativa</i> L. cv. Qingyin 2)	青海省
7	89(<i>Avena sativa</i> L. cv. 89)	甘肃省
8	青海 444(<i>Avena sativa</i> L. cv. Qinghai 444)	青海省
9	甜燕麦 2 号(<i>Avena sativa</i> L. cv. Tianyanmai 2)	青海省
10	巴燕 3 号(<i>Avena sativa</i> L. cv. Bayan 3)	青海省
11	163(<i>Avena sativa</i> L. cv. 163)	甘肃省
12	444(<i>Avena sativa</i> L. cv. 444)	青海省
13	白燕 2 号(<i>Avena sativa</i> L. cv. Baiyan 2)	吉林省
14	331(<i>Avena sativa</i> L. cv. 331)	甘肃省
15	440(<i>Avena sativa</i> L. cv. 440)	甘肃省
16	4609(<i>Avena sativa</i> L. cv. 4609)	甘肃省
17	4666(<i>Avena sativa</i> L. cv. 4666)	甘肃省
18	巴燕 4 号(<i>Avena sativa</i> L. cv. Bayan 4)	青海省
19	青引 1 号(<i>Avena sativa</i> L. cv. Qingyin 1)	青海省
20	林纳(<i>Avena sativa</i> L. cv. Linna)	青海省
21	加燕 2 号 <i>Avena sativa</i> L. cv. Jiayan 2)	青海省
22	887(<i>Avena sativa</i> L. cv. 887)	青海省
23	444(上海)[<i>Avena sativa</i> L. cv. 444 (Shanghai)]	上海市

1.2 试验方法

试验在扬州大学扬子津校区草业研究所试验基地进行,前茬为苜蓿,土壤为沙壤土,肥力中等偏上,有机质含量 12 g/kg,全氮含量 1.2 g/kg,碱解氮含量 100.4 mg/kg,速效磷含量 88.7 mg/kg,速效钾含量 36.3 mg/kg。试验均随机排列,3 次重复,小区面积 2 m×3 m,每个小区 5 行。播种时,人工开沟条播,播种行距 40 cm,播深 2 cm,播量为 12 g/m²。全年不施肥。适时排灌水,人工拔除杂草。试验均随机排列,3 次重复,小区面积 2 m×3 m,每个小区 5 行。

1.3 测定项目与方法

叶茎比:孕穗期各小区取 500 g 燕麦,将茎、叶、穗分开,风干后分别称质量,计算叶茎比。

干质量:乳熟期各小区取 1 m×1 m 样方,留茬高度 5 cm,称质量;取 500 g 左右鲜草样品,烘干,称质量。

各小区取 500 g 左右鲜草样品,烘干粉碎,在上海牛奶集团上海市奶牛研究所利用近红外仪对其蛋白质、酸性洗涤纤维、中性洗涤纤维、粗脂肪等营养品质进行测定。

完熟期各小区随机抽取 10 株,对其株高、分蘖数、第 2 节茎粗、旗叶长、穗长、穗粒数等农艺性状进行室内测定。

1.4 调查分析方法

对各参试材料的株高(X_1)、单株分蘖(X_2)、茎粗(X_3)、旗叶长(X_4)、穗长(X_5)、每穗小穗数(X_6)、叶茎比(X_7)、干草产量(X_0)等农艺性状和蛋白质含量(X_8)、中性洗涤纤维(NDF)(X_9)、酸性洗涤纤维(ADF)(X_{10})、粗脂肪(CF)(X_{11})

等营养性状进行测定(表 2),取其平均值,并计算各性状与干草产量(X_0)的灰色关联系数和关联度。

1.5 数据分析

通过 SAS 9.2 统计软件的 Duncan's 模型对数据进行多重比较,Standard 模型对数据进行标准化处理。分别以干草产量为参考数列求绝对差值:

$$\Delta_i(k) = |X_i(k) - X_0(k)|。$$

式中: X_0 为参考数列; X_i 为比较数列, i 代表第 i 个性状; k 代表第 k 品种, $k = 1, 2, 3, \dots, N$; $X_0 = \{X_0(1), X_0(2), X_0(3), \dots, X_0(N)\}$, $X_i = \{X_i(1), X_i(2), X_i(3), \dots, X_i(N)\}$ 。

按下式求各参考数列与产量数列间的关联系数^[9]:

$$Y_i(k) = \frac{\min_k \Delta_i(k) + \rho \max_k \Delta_i(k)}{\Delta_i(k) + \rho \max_k \Delta_i(k)}。$$

式中: ρ 取 0.5; $\max_k \Delta_i(k)$ 为两极最大差; $\min_k \Delta_i(k)$ 为两极最小差。

2 结果与分析

2.1 各性状原始数据

由表 2 可知,一些供试燕麦品种(材料)的株高、分蘖数、第 2 节茎粗、旗叶长、穗长、小穗数、叶茎比之间的差异极显著($P < 0.01$)。一些供试燕麦品种(材料)的相对干草产量差异显著($P < 0.05$),杂叶 307 的干草产量最高,较巴燕 4 号、林纳、加燕 2 号等品种差异显著。

2.2 关联系数和关联度

由表 3 得关联系数计算式为:

$$Y_i(k) = (0.005\ 7 + 0.500\ 0 \times 4.465\ 7) / [\Delta_i(k) + 0.500\ 0 \times 4.465\ 7]。$$

关联度是关联度系数的算术平均值。由表 4 可以看出,鲜草产量与构成性状的关联度大小顺序为旗叶长>叶茎比>株高>穗长>中性洗涤纤维>小穗数>酸性洗涤纤维>蛋白质含量>粗脂肪>单株分蘖数>第 2 节茎粗。根据灰色关联度分析原理可知,系统中各因子的重要性以关联度表示,关联度越大,表明该因子越重要,即与参考数列的关系越密切;反之,关联度越小的因子与参考数列的关系越疏远^[9]。因此,参试品种的主要性状对干草产量的影响以旗叶长为最大,其次为叶茎比、株高、穗长、中性洗涤纤维、小穗数、酸性洗涤纤维、蛋白质含量、粗脂肪、单株分蘖数、第 2 节茎粗。所以,在扬州地区的燕麦选育过程中,应优先选择旗叶长、叶茎比、株高,且须结合中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、粗蛋白、粗脂肪等指标综合选择。

3 结论与讨论

3.1 讨论

3.1.1 燕麦在南方地区的发展潜力 燕麦起源于中国,种植历史悠久,遍及各个高原、山区和部分高寒地带,其种植面积在世界上仅次于小麦、水稻、玉米,排在粮食作物的第 4 位,是一种适应性强、营养价值高、保健功能多的粮食,也是饲草兼用的作物^[15]。随着农业结构调整,我国南方地区稻田复种指数持续下降,冬闲田面积也持续增加^[16];而燕麦抗旱耐寒^[1]、喜湿喜肥、耐贫瘠^[17]的特性,有利于南方地区冬季农业的开

表 2 供试材料各性状原始数据

编号	株高 (cm)	分蘖数 (个)	第 2 节茎粗 (cm)	旗叶长 (cm)	穗长 (cm)	小穗数 (个)	叶茎比	蛋白质含 量(%)	酸性洗涤 纤维(%)	中性洗涤 纤维(%)	粗脂肪 (%)	干草产量 (kg/hm ²)
1	142.66BCD	8.80BCDE	0.50FGH	18.89A	35.18ABC	111.20A	1.69DEFGH	5.15	30.46	57.02	1.48	14 878.93a
2	150.00ABC	14.80A	0.57EFG	13.81B	39.08A	54.20CD	2.22BC	2.72	32.41	62.49	1.26	9 913.58ab
3	141.70BCD	12.80AB	0.44H	15.19AB	25.80DEF	48.60D	1.35H	4.00	32.66	61.57	1.32	9 427.03ab
4	150.76ABC	7.004CDE	0.64CDE	14.99AB	30.66ABCDEF	72.00ABCD	1.45FGH	4.10	36.45	67.81	1.19	8 837.70ab
5	155.20ABC	6.00E	0.56EFG	15.33AB	33.58ABCD	74.80ABCD	1.91BCDEF	2.17	38.10	71.41	1.07	9 822.24ab
6	132.32BCD	9.20BCDE	0.66CDE	15.79AB	25.88DEF	32.80D	1.65DEFGH	5.14	28.37	53.94	1.58	10 933.94ab
7	142.12BCD	15.80A	0.59DEF	13.22B	28.36BCDEF	40.80D	2.36B	4.28	30.05	57.24	1.50	9955.77ab
8	144.22BCD	12.80AB	0.64CDE	14.60AB	23.58EF	44.20D	1.58EFGH	3.70	34.99	65.48	1.22	9 348.49ab
9	134.4BCD	12.00ABC	0.80A	13.80B	34.08ABCD	96.40ABC	1.87BCDEFG	4.63	33.82	62.10	1.41	9 437.91ab
10	149.06ABC	5.60E	0.76ABC	15.55AB	30.74ABCDEF	61.40BCD	1.37GH	3.18	37.80	68.99	1.04	9 716.90ab
11	129.42CDE	9.40BCDE	0.44H	15.01AB	27.58CDEF	40.20D	1.88BCDEF	4.87	34.33	62.85	1.48	10 254.25ab
12	137.62BCD	14.80A	0.60DEF	14.58AB	25.10DEF	39.80D	1.53FGH	3.65	35.99	66.46	1.20	11 184.41ab
13	131.52BCD	10.80ABCDE	0.62DE	16.45AB	34.04ABCD	69.80ABCD	1.46FGH	2.78	32.28	62.49	1.32	9 701.69ab
14	146.74ABC	7.00CDE	0.60DEF	15.23AB	26.02DEF	55.20CD	2.07BCDE	4.39	32.74	60.40	1.37	10 380.28ab
15	150.94ABC	11.60ABC	0.46GH	14.28AB	31.88ABCDEF	58.00CD	2.12BCD	3.08	31.36	60.38	1.39	12 738.51ab
16	167.80ABC	11.40ABCD	0.70ABCD	15.25AB	29.68BCDEF	104.00AB	1.79CDEFGH	4.66	32.01	58.99	1.43	9 264.62ab
17	153.32abcABC	12.60AB	0.43H	16.10AB	36.56AB	64.40BCD	2.89A	4.28	33.04	61.06	1.31	7 970.42b
18	140.58BCD	6.80CDE	0.66CDE	13.94B	25.80DEF	66.20BCD	1.81CDEFGH	4.36	33.12	62.15	1.40	7 898.91b
19	149.64ABC	6.20DE	0.76ABC	15.71AB	27.74CDEF	51.60CD	1.66DEFGH	4.65	35.33	64.78	1.30	9 655.08ab
20	121.64DE	10.60ABCDE	0.78AB	12.34B	25.20DEF	53.00CD	3.02A	5.63	33.50	61.32	1.56	8 034.73b
21	130.00CDE	8.60BCDE	0.76ABC	15.19AB	22.64F	53.00D	1.33H	3.77	34.92	63.66	1.31	8 175.10b
22	109.12E	8.20BCDE	0.39H	13.94B	26.52CDEF	53.00D	1.59EFGH	5.10	31.35	58.18	1.45	7 510.43b
23	140.28BCD	6.80CDE	0.67CDE	16.19AB	25.76DEF	53.00CD	1.89CDEFGH	4.20	33.44	63.18	1.43	8 687.48ab

注:同列数据后不同大写、小写字母分别表示在 0.01、0.05 水平上差异显著。

表 3 以干草产量为参考数列的关联系数

编号	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈	Y ₉	Y ₁₀	Y ₁₁
1	0.425 4	0.389 2	0.357 3	0.925 6	0.554 8	0.777 3	0.391 4	0.535 0	0.339 2	0.334 7	0.504 2
2	0.796 6	0.608 2	0.838 7	0.686 4	0.518 6	0.839 5	0.759 3	0.571 2	0.810 7	0.970 4	0.754 0
3	0.917 4	0.672 8	0.652 0	0.879 9	0.799 0	0.845 9	0.709 0	0.977 9	0.948 3	1.000 0	0.995 4
4	0.634 8	0.842 8	0.742 3	0.813 7	0.722 7	0.673 2	0.869 3	0.810 6	0.554 5	0.542 6	0.797 3
5	0.681 8	0.625 2	0.830 7	0.928 9	0.711 2	0.781 7	0.968 5	0.498 8	0.542 6	0.506 6	0.526 1
6	0.606 8	0.695 6	0.875 7	0.942 4	0.604 7	0.515 4	0.657 4	0.839 7	0.441 8	0.443 5	0.715 8
7	0.970 5	0.562 5	0.884 3	0.599 2	0.876 5	0.667 6	0.691 9	0.979 6	0.593 6	0.616 0	0.708 8
8	0.832 1	0.663 3	0.827 6	0.966 8	0.689 2	0.795 1	0.862 4	0.909 2	0.718 1	0.691 6	0.770 0
9	0.857 4	0.731 4	0.565 9	0.751 4	0.640 9	0.537 7	0.911 5	0.746 7	0.869 4	0.954 8	0.788 7
10	0.784 2	0.613 9	0.647 1	0.847 4	0.867 8	0.987 5	0.680 5	0.683 1	0.550 8	0.576 5	0.508 5
11	0.638 2	0.817 2	0.568 6	0.876 1	0.769 4	0.628 0	0.903 6	0.807 2	0.977 5	0.923 1	0.789 5
12	0.655 3	0.770 3	0.699 9	0.649 0	0.555 7	0.539 3	0.585 1	0.615 5	0.926 7	0.947 9	0.537 3
13	0.745 5	0.891 8	0.962 2	0.671 0	0.673 6	0.832 1	0.727 0	0.601 4	0.833 3	0.981 6	0.926 5
14	0.988 7	0.622 6	0.826 5	0.908 3	0.671 6	0.771 5	0.961 3	0.970 3	0.769 8	0.720 0	0.903 9
15	0.679 6	0.632 7	0.423 4	0.484 1	0.645 9	0.533 0	0.648 0	0.427 9	0.455 0	0.491 9	0.593 5
16	0.483 0	0.753 4	0.689 8	0.832 5	0.854 7	0.482 1	0.939 4	0.713 5	0.883 9	0.805 5	0.725 6
17	0.525 5	0.539 5	0.852 0	0.542 8	0.453 2	0.643 5	0.397 7	0.640 6	0.712 1	0.751 0	0.739 7
18	0.682 2	0.969 4	0.596 8	0.887 1	0.865 1	0.619 9	0.686 8	0.616 9	0.695 1	0.679 5	0.604 2
19	0.761 8	0.655 7	0.640 1	0.799 2	0.892 3	0.848 8	0.859 7	0.775 0	0.728 7	0.778 2	0.8851
20	0.805 1	0.646 8	0.481 7	0.691 8	0.944 0	0.778 0	0.380 7	0.448 8	0.679 1	0.744 7	0.471 1
21	0.988 9	0.821 3	0.508 9	0.677 0	0.816 3	0.801 8	0.917 6	0.802 2	0.588 7	0.639 5	0.771 5
22	0.645 9	0.746 0	0.837 3	0.811 0	0.750 1	0.700 3	0.745 0	0.475 7	0.823 3	0.878 9	0.521 2
23	0.806 2	0.851 3	0.667 8	0.596 0	0.948 5	0.902 8	0.756 8	0.754 5	0.779 0	0.729 3	0.651 4

表 4 各性状与干草产量的关联度

性状	关联度	排序
株高	0.735 3	3
分蘖数	0.701 0	10
第 2 节茎粗	0.694 6	11
旗叶长	0.772 5	1
穗长	0.731 6	4
小穗数	0.717 5	6
叶茎比	0.739 6	2
蛋白质含量	0.704 4	8
酸性洗涤纤维	0.705 3	7
中性洗涤纤维	0.726 4	5
粗脂肪	0.703 9	9

发,对调整南方地区畜牧业结构有重要战略意义^[18]。因此,燕麦在南方地区具有很好的发展潜力。

3.1.2 影响燕麦品质和产量因素的研究 燕麦产量、品质不仅由其本身遗传特性决定,也受环境影响。对于燕麦品质的研究主要集中在养分含量等因素上,其中蛋白质含量是衡量燕麦营养价值的重要指标之一,而蛋白质含量也会随着燕麦生育期的延伸而下降,本研究测定的是乳熟期燕麦茎、叶蛋白质含量,因此略低于其他研究测定的结果^[19]。牧草 NDF、ADF 直接影响牧草品质及消化率。NDF 含量与干物质的采食量呈负相关;ADF 含量直接影响牧草的消化率,其含量越高,与牧草消化率呈负相关^[20]。粗脂肪、蛋白质含量都会随着生育期的延伸而下降^[21]。对于燕麦产量形成的影响因素研究主要集中在栽培管理方面,研究表明,通过优化播种方式、播量以及合理灌溉、施肥等,能有效提高燕麦籽实和草产量^[22-25]。蹇黎等认为,对燕麦千粒质量影响较为密切的指标是穗粒质量、穗粒数、穗长,在选择喀斯特野生燕麦作为籽实高产亲本材料时,必须在保证穗粒数、穗长适中的前提下,注重选育穗粒质量高的材料,但也不能忽略对株高和有效穗的选择^[26]。对于燕麦干草产量及其构成因素的研究鲜见报道,本研究通过对燕麦干草产量与构成性状的灰色关联分析发现,筛选农艺性状及营养性状优良的燕麦品种可作为扬州地区高产优质燕麦品种的选育亲本材料。

3.2 结论

通过分析 23 份燕麦材料干草产量和构成性状,得出在播量 12 g/m² 的密度下,影响扬州地区燕麦选育干草产量的首要因子是旗叶长,其次依次为茎叶比、株高、穗长、中性洗涤纤维、小穗数、酸性洗涤纤维、蛋白质含量、粗脂肪、单株分蘖数、第 2 节茎粗。结合畜牧业发展需求,应该综合考虑其中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、蛋白质含量、粗脂肪等营养性状,这样既可保证燕麦干草产量,又可保证燕麦品质。

致谢:参试燕麦种子由青海畜牧兽医科学院草原研究所颜红波研究员、徐成体副研究员提供,特表感谢!

参考文献:

[1] 杨海鹏,孙泽民. 中国燕麦[M]. 北京:农业出版社,1989.
[2] 王亮亮,胡跃高,关 鸣. 燕麦青干草和东北羊草对奶牛产奶量及乳成分的影响[J]. 中国奶牛,2011(23):43-44.

[3] 张丽萍,翟爱华. 燕麦的营养功能特性及综合加工利用[J]. 食品与机械,2004,20(2):55-57.
[4] 赵世锋,田长叶,王志刚,等. 我国燕麦生产和科研现状及未来发展方向[J]. 杂粮作物,2007,27(6):428-431.
[5] 张向前. 燕麦种质农艺性状、耐盐和 AFLP 分子标记的遗传多样性分析[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2010.
[6] 朱旺生,凌明亮,左瑞华,等. 皖西地区几种冷季型饲草适应性评价及营养成分比较[J]. 中国草地,2005,27(6):21-24,29.
[7] 德科加,周青平,刘文辉,等. 施氮量对青藏高原燕麦产量和品质的影响[J]. 中国草地学报,2007,29(5):43-48.
[8] 祁万录,公保才让,郭连云. 灰色关联度分析法在澳大利亚燕麦引种筛选中的应用及评价[J]. 草业与畜牧,2006(8):8-11.
[9] 王海杰,任海龙,林 力,等. 灰色关联分析在春大豆产量分析中的应用[J]. 广东农业科学,2013,40(24):11-14.
[10] 刘祥禄,孙其信,王士芸. 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.
[11] 敖长林,王洪彬,孙景范. 灰色关联度分析原理在畜牧业中的应用[J]. 饲料博览,1997(2):23-24.
[12] 郭永忠,王 锋,刘 华,等. 灰色关联度分析在玉米引种中的应用[J]. 江西农业学报,2006,18(4):32-34.
[13] 李秀玲,刘 君,宋海鹏,等. 13 种观赏草在南京地区夏秋两季观赏价值的灰色关联分析[J]. 草业科学,2010,27(2):39-44.
[14] 尹 利,逯晓萍,傅晓峰,等. 高丹草杂交种灰色关联分析与评判[J]. 中国草地学报,2006,28(3):21-25,43.
[15] 蹇 黎,秦小军,余丹凤,等. 喀斯特山区野生燕麦农艺性状的相关性分析[J]. 种子,2013,32(4):83-85.
[16] 谭淑豪. 南方冬闲田季节性规模经营模式分析[J]. 农业经济问题,2010(5):62-65,111.
[17] 张 昆,叶 川,肖国滨,等. 江西丘陵红壤区燕麦引种试验初报[J]. 安徽农学通报,2012,18(19):54-55.
[18] 张卫建,谭淑豪,江海东,等. 南方农区草业在中国农业持续发展中的战略地位[J]. 草业学报,2001,10(2):1-6.
[19] 柴继宽,赵桂琴,胡凯军,等. 不同种植区生态环境对燕麦营养价值及干草产量的影响[J]. 草地学报,2010,18(3):421-425,476.
[20] 马春晖,韩建国. 高寒地区燕麦及其混播草地最佳刈割期的研究[J]. 塔里木农垦大学学报,2000,12(3):15-19.
[21] 祁学东. 高寒牧区燕麦营养价值及其评价[J]. 畜牧兽医杂志,2012,31(4):100-101.
[22] 张国胜,李希来,马宗泰,等. 播种期和播种密度对“圈窝子”燕麦产量的影响研究[J]. 草业科学,2002,19(8):21-24.
[23] 赵宝平,庞 云,曾昭海,等. 有限灌溉对燕麦产量和水分利用效率的影响[J]. 干旱地区农业研究,2007,25(1):105-108,115.
[24] 鲍根生,周青平,韩志林. 氮、钾不同配比施肥对燕麦产量和品质的影响[J]. 草业科学,2008,25(10):48-53.
[25] 许国芬,周青平,颜红波,等. 施氮水平对燕麦产量与养分吸收的影响[J]. 中国草地学报,2009(6):20-24.
[26] 蹇 黎,秦小军,余丹凤,等. 喀斯特山区野生燕麦农艺性状的主成分与灰色关联度分析[J]. 中国农学通报,2013,29(21):57-60.