

玉溪峨山不同烤烟品种烟叶质量综合分析

王正旭¹, 刘魁¹, 孙华², 田阳阳¹, 卢茂禄¹, 常立², 普云飞², 李莎², 郝建华², 张志东², 杨晓波², 杨昕晔², 徐昭梅^{1*} (1. 红塔烟草(集团)有限责任公司, 云南玉溪 653100; 2. 云南省烟草公司玉溪市公司, 云南玉溪 653100)

摘要 为了明确玉溪峨山生态条件下适宜种植的烤烟品种, 为红塔集团高端烟叶生产基地的烤烟品种布局和后备品种筛选提供科学依据。通过取样检测, 综合分析初烤烟叶的外观质量、化学成分、感官质量和烟叶致香成分含量情况。结果表明, 在3个品种中, NC297品种的外观质量表现最好, 中上部烟叶整体均优于其他2个品种; 化学成分方面, NC297品种上部烟叶烟碱稍高于适宜值(4.00%), 达到4.26%, 呈现糖低碱高的现象, 与其他2个品种差异显著, K326和云烟116品种烟碱含量适宜, 3个品种中部烟叶化学成分较适宜, 钾高氯低, K326品种非烟碱氮比总氮适宜, 云烟116和NC297品种氮碱协调性较K326品种稍差。K326品种感官质量均优于其他2个品种, 感官评吸总分由高到低排序为K326、NC297、云烟116。从致香成分含量来看, K326品种烟叶致香成分总量高于其他2个品种, 且几个关键的致香成分, 如巨豆三烯酮、 β -大马酮、苯乙醇、糠醇、糠醛和金合欢基丙酮均较高。在玉溪峨山生态条件下, K326和NC297品种表现较好。K326品种烟叶品质佳, 但是外观质量稍差, 建议生产过程中以提高烘烤技术, 提升烟叶外观质量为主; NC297品种外观质量较好, 但是内在品质稍弱于K326品种, 在生产上要以提高内在品质为主。

关键词 烤烟; 品种; 外观质量; 玉溪

中图分类号 S572 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)13-0023-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.13.007



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Comprehensive Analysis of Tobacco Quality of Different Flue-cured Tobacco Varieties in Eshan, Yuxi

WANG Zheng-xu¹, LIU Kui¹, SUN Hua² et al (1. Hongta Tobacco (Group) Co., Ltd., Yuxi, Yunnan 653100; 2. Yuxi Company of Yunnan Province Tobacco Company, Yuxi, Yunnan 653100)

Abstract In order to determine the suitable flue-cured tobacco varieties under the ecological conditions of Eshan in Yuxi, and to provide scientific basis for the layout of flue-cured tobacco varieties and the screening of reserved varieties in the high-end tobacco production base of Hongta Group. Through sampling and testing, the appearance quality, chemical composition, sensory quality and aroma components content of flue-cured tobacco leaves were comprehensively analyzed. NC297 had the best appearance quality among the three varieties, and the middle and upper leaves were better than the other two varieties; the nicotine content of K326 and Yunyan 116 was suitable, and the chemical composition of the middle leaves of the three varieties was suitable, with high potassium and low chlorine. The non-nicotine nitrogen of K326 was more suitable than the total nitrogen, and the nitrogen-alkali coordination of Yunyan 116 and NC297 were poorer than that of K326. The sensory quality of K326 was better than that of the other two varieties. The total score of sensory evaluation was in the order of K326 > NC297 > Yunyan 116. The total amount of aroma components in K326 was higher than that in the other two varieties, and several key aroma components, such as megastigmatrienone, β -damascene, phenylethanol, benzyl alcohol, furfural and farnesyl acetone, were higher in K326. K326 and NC297 performed better under the ecological conditions of Eshan mountain in Yuxi. K326 had better tobacco quality, but the appearance quality was worse. It was suggested to improve the flue curing technology and improve the appearance quality of tobacco leaves in the production process; NC297 was relatively good in appearance quality, but the internal quality was slightly weaker than K326 variety, so that the internal quality should be improved mainly in production.

Key words Flue-cured tobacco; Variety; Appearance quality; Yuxi

玉溪地处滇中腹地(23°19'~24°58'N, 101°16'~103°09'E), 属于低纬度高海拔烟区, 亚热带季风气候^[1]。辖区植烟历史悠久, 由于光照强、昼夜温差大、无霜期长、积温高、日照充足、土壤性状适宜、自然条件优越, 玉溪是我国优质烤烟种植最适宜区之一^[2]。玉溪烤烟产量最高超过1万kg, 近年随着计划调减, 仍然维持在7500kg左右^[3]。玉溪曾经是全国最大的烤烟品种K326种植区域, 长期推行“一市一品”, 品种种植结构相对单一。常年单一的品种布局, 导致烟叶生产上难栽、难烤的现象日益凸显。

从2018年以来, 玉溪开始逐渐引进NC297、云烟116、KRK26等烤烟品种。笔者在总结近年品种示范推广的基础上, 结合烟叶综合质量的评价方法, 从外观、化学成分、感官

评吸和致香成分等方面, 对K326、NC297、云烟116共3个品种进行综合对比分析, 以期烟区烤烟品种布局提供理论支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 田间试验于2019年在玉溪市峨山县, 采用田间对照试验进行。试验区域海拔1808m, 土壤类型为砂质土, 前作油菜。土壤性状如下: pH 5.99, 有机质31.4g/kg, 水解氮134mg/kg, 有效磷35.7mg/kg, 速效钾295.30mg/kg, 氯离子24.11mg/kg。

1.2 试验材料 试验品种为K326、NC297、云烟116, 均来源于玉溪中烟种子有限责任公司。

1.3 样品来源及测定项目 烟叶生产按照玉溪市烤烟标准化生产技术进行。分品种取初烤烟叶B2F、C3F共2个主要等级, 采用多炉次、多点取样的方法, 最终形成混合样, 每个样品取5kg, 用于外观质量评价、内在化学成分检测、感官质量评吸和致香成分检测。

土壤取样按照NY/T 1121.1—2006进行; pH按照NY/T 1377—2007进行测定; 有机质按照NY/T 1121.6—2006进行

基金项目 红塔烟草(集团)有限责任公司科技计划项目(2018YL03, 2019YL07)。

作者简介 王正旭(1984—), 男, 四川巴中人, 农艺师, 硕士, 从事烟叶生产、技术推广及现代烟草农业基地单元建设与管理研究。
*通信作者, 高级技师, 硕士, 从事烟叶生产、技术推广及现代烟草农业基地单元建设与管理研究。

收稿日期 2020-11-03; **修回日期** 2021-01-18

测定;水解氮采用碱解扩散法测定;有效磷按照 NY/T 149—1990 进行测定;速效钾按照 NY/T 889—2004 进行测定;氯离子按照 NY/T 1378—2007 测定。

烟叶外观质量评价按照国家标准 GB 2635—1992 进行定性描述,并结合红塔集团烟叶外观质量评价标准进行量化评分,详见表 1。化学成分按照烟草行业烟草或烟草制品相关指标检测标准进行测定。其中烟碱含量按照 YC/T 160—2002 进行测定,氧化钾含量按照 YC/T 172—2003 进行测定,

总糖和还原糖含量按照 YC/T 159—2002 测定,总氮含量按照凯氏定氮法进行测定,氯含量按照 YC 162—2002 测定。感官质量评吸按照云南中烟烤烟原料风格与感官质量评价方法 Q/YNZY. J 07. 030—2015 进行,烟叶感官质量评价赋值结果显示香韵、香气量、香气质、浓度、刺激性、劲头、杂气、口感分别为 10、15、15、10、15、5、10 和 20。综合得分为 100。致香成分用气/质联用仪 Agilent GC/MS,并参考廖和明等^[4]的方法进行烟叶致香物质含量检测和分类。

表 1 红塔集团烟叶外观质量评价标准

Table 1 Quality evaluation criteria of tobacco appearance of Hongta Group

成熟度 Maturity		颜色 Color		结构 Leaf structure		油分 Oil content		身份 Degree		色度 Chromaticity	
档次 Level	分数 Mark	档次 Level	分数 Mark	档次 Level	分数 Mark	档次 Level	分数 Mark	档次 Level	分数 Mark	档次 Level	分数 Mark
成熟	7~10	桔黄	7~10	疏松	8~10	多	8~10	中等	7~10	浓	8~10
完熟	6~9	深桔黄	7~10	尚疏松	5~8	有	5~8	稍薄	4~7	强	6~8
尚熟	4~7	柠檬黄	6~9	松	3~5	稍有	3~5	稍厚	4~7	中	4~6
假熟	3~5	红棕	3~7	稍密	3~5	少	0~3	薄	0~4	弱	2~4
欠熟	0~4	微带青	3~6	紧密	0~3			厚	0~4	淡	0~2
		杂色	3~4								
		光滑	2~3								
		青黄	0~1								

注:各项外观指标以 10 分制进行评分,综合得分满分为 100 分,各项指标间的比例为成熟度:颜色:结构:油分:身份:色度=30:15:20:15:10:10

Note:Each appearance index was scored by 10 points,a full score was 100 points. The proportion of each index was maturity:color:leaf structure:oil content:degree:chromaticity=30:15:20:15:10:10

1.4 数据分析方法 采用 Excel 2010 和 SASS 软件进行数据处理。

2 结果与分析

2.1 不同品种烟叶外观质量分析 从表 2 可以看出,NC297 品种上部烟叶的外观质量整体优于其他 2 个品种,成熟度、颜色、叶片结构、油分和色度都得分最高,与 K326 和云烟 116 品种差异达到显著水平。K326 品种上部烟叶成熟度稍差,

颜色偏淡;云烟 116 品种上部烟叶叶片结构稍僵硬,色度稍弱。上部烟叶综合得分排序为 NC297>K326>云烟 116。中部烟叶外观质量仍然是 NC297 品种烟叶优于其他 2 个品种,特别是在成熟度指标上显著优于 K326 和云烟 116 品种。K326 品种中部烟叶在成熟度、颜色、油分、身份和色度指标上均稍弱于 NC297 和云烟 116,综合得分排序为 NC297>云烟 116>K326。

表 2 不同品种初烤烟叶外观质量比较

Table 2 Comparison of the appearance quality of different varieties of flue-cured tobaccos

部位 Position	品种名称 Variety name	成熟度 Mature degree	颜色 Color	叶片结构 Leaf structure	油分 Oil content	身份 Status	色度 Chromaticity	综合得分 Comprehensive score
上部 Upper part	K326	8.25 b	7.75 b	6.50 b	6.00 b	6.50 a	6.00 a	70.88 b
	NC297	8.75 a	8.50 a	7.25 a	6.75 a	6.75 a	6.25 a	76.63 a
	云烟 116	8.50 ab	8.00 b	5.50 c	6.00 b	6.00 b	5.50 b	69.00 b
中部 Middle part	K326	7.75 c	7.25 b	7.75 a	5.75 b	6.50 b	5.00 b	69.75 b
	NC297	8.33 a	8.00 a	8.00 a	7.00 a	8.00 a	6.33 a	77.83 a
	云烟 116	8.00 b	8.00 a	8.00 a	7.00 a	8.00 a	6.00 a	76.50 a

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note:Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

2.2 不同品种烟叶化学成分分析 从表 3 可以看出,NC297 品种上部烟叶烟碱稍高,达到 4.26%,与其他 2 个品种达到显著水平,K326 和云烟 116 品种烟碱含量适宜。NC297 品种上部烟叶呈现糖低氮高的现象。3 个品种上部烟叶钾含量均较高,氯含量较低,两糖差适宜,氮碱协调性整体较好。从中部烟叶化学成分来看,K326 品种烟叶烟碱、钾含量稍高于其他 2 个品种,还原糖稍低于其他 2 个品种。整体来看,各品种中部烟叶化学成分更适宜,各指标协调性较好。

2.3 不同品种烟叶感官质量分析 从表 4 可以看出,各品

种上部烟叶在香韵、香气量、香气质、浓度、劲头、杂气方面均表现均衡,没有明显差异,但是在刺激性和口感舒适性方面,K326 品种表现均较优于其他 2 个品种。感官评吸总分排序为 K326>NC297>云烟 116。K326 品种整体表现量足、质感好、浓度较高,刺激性和杂气轻,口感较好,舒适干净。NC297 整体主要表现量较足、质感较好,主要特点是焦香稍显。云烟 116 干草香较突出,喉部毛刺感较明显,焦香,甚至焦枯韵味稍显。K326 品种中部烟叶香韵、香气质、香气量、刺激性和口感方面均表现较好,香韵丰富性好,量较足,厚实感、绵

延感好,浓度高,无明显刺激,口感舒适性好,感官质量较高。NC297 品种烟叶在香气量和香气质方面表现稍弱,烤甜和清甜表现好,但爆发力弱于 K326 品种。云烟 116 品种烟叶在

口感方面表现欠舒适。各品种烟叶感官评吸总分排序为 K326>NC297>云烟 116。

表 3 不同品种初烤烟叶化学成分分析

Table 3 Chemical composition analysis of different varieties of flue-cured tobaccos

部位 Position	品种名称 Variety name	烟碱 Nicotine	总糖 Total sugar	还原糖 Reducing sugar	总氮 Total nitrogen	氧化钾 Kali	氯 Cl	两糖差 Two sugar difference	非烟碱氮比总氮 Ratio of non-nicotine nitrogen to total nitrogen
上部 Upper part	K326	3.49 b	23.86 a	18.09 a	2.55 ab	2.67 a	0.31 b	5.77 a	0.76 a
	NC297	4.26 a	21.23 b	16.76 b	2.99 a	2.49 ab	0.20 b	4.47 a	0.75 a
	云烟 116	3.25 b	24.11 a	19.14 a	2.37 b	2.15 b	0.65 a	4.98 a	0.76 a
中部 Middle part	K326	2.74 a	26.44 a	20.41 b	2.22 a	2.85 a	0.31 a	6.03 a	0.79 a
	NC297	2.42 ab	28.71 a	22.19 a	2.09 a	2.61 ab	0.17 a	6.51 a	0.80 a
	云烟 116	2.25 b	27.92 a	22.16 a	2.10 a	2.28 b	0.25 a	5.76 a	0.81 a

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

表 4 不同品种初烤烟叶感官质量比较

Table 4 Comparison of sensory quality of different varieties of flue-cured tobaccos

部位 Position	品种名称 Variety name	香韵 Flavour	香气量 Volume of aroma	香气质 Quality of aroma	浓度 Concentration	刺激性 Irritation	劲头 Strength	杂气 Offensive odor	口感 Taste	总分 Total score
上部 Upper part	K326	8.00	13.50	13.00	8.00	13.50	5.00	8.00	17.00	86.00
	NC297	8.00	13.50	13.00	8.00	13.00	5.00	8.00	16.00	84.50
	云烟 116	8.00	13.50	13.00	8.00	12.50	5.00	8.00	15.00	83.00
中部 Middle part	K326	8.50	13.50	13.75	8.00	13.50	5.00	8.50	17.25	88.00
	NC297	8.50	13.00	13.00	8.00	13.50	5.00	8.50	16.50	86.00
	云烟 116	8.00	13.50	13.25	8.00	13.00	5.00	8.00	16.25	85.00

2.4 不同品种烟叶致香成分分析 从表 5 可以看出,K326 品种烟叶叶绿素降解产物、苯丙氨酸类致香成分高于其他 2 个品种,分别达到 589.17 和 27.05 mg/kg,云烟 116 品种烟叶类胡萝卜素、西柏烷类致香成分含量高于其他 2 个品种,分别达到 70.03 和 80.96 mg/kg,NC297 品种烟叶其他类致香成

分含量高于其他 2 个品种。从各品种烟叶致香成分总量来看,排序为 K326>NC297>云烟 116。从几种关键的致香成分含量来看,K326 品种烟叶巨豆三烯酮、 β -大马酮、苯乙醇、苯甲醇、糠醇、糠醛和金合欢基丙酮均高于其他 2 个品种,云烟 116 品种烟叶茄酮含量高于其他 2 个品种。

表 5 不同烤烟品种致香成分及关键致香物质分析(C3F)

Table 5 Analysis of aroma components and key aroma components of different flue-cured tobacco varieties(C3F)

序号 Code	香气类型及关键致香物质 Aroma type and key aromatic substances	K326	云烟 116 Yunyan 116	NC297
1	类胡萝卜素类	68.20	70.03	59.87
2	叶绿素降解产物	589.17	442.88	512.86
3	苯丙氨酸类	27.05	18.23	20.18
4	西柏烷类	55.10	80.96	47.30
5	美拉德反应产物	53.22	53.42	39.18
6	类脂类降解产物	4.08	4.04	4.11
7	其他致香物质	24.48	93.11	114.55
8	致香物质总量	821.30	762.67	798.05
9	巨豆三烯酮	5.89	3.95	4.60
10	β -大马酮	7.89	6.78	6.27
11	茄酮	12.29	25.09	15.78
12	苯乙醇	3.17	2.40	2.53
13	苯甲醇	19.35	12.21	14.01
14	糠醇	2.87	2.60	2.51
15	糠醛	2.24	1.61	1.59
16	金合欢基丙酮	1.36	0.81	0.80

3 讨论

生态决定特色、品种彰显特色、技术保障特色。研究表明,烤烟品种对烟叶综合质量的影响高效率达 50%左右^[5],烤烟品种不同,其烟叶化学成分、香型风格等均差异较大^[6-7],在相同的生态条件下,烤烟品种对彰显烟叶质量特色至关重要^[7-9]。该研究中,NC297 在 3 个品种中的外观质量表现最好,中上部烟叶整体均优于其他 2 个品种;NC297 上部烟叶在颜色、结构和色度方面,中部烟叶在成熟度方面均显著优于 K326 和云烟 116。在生产实践中 K326 品种挂灰稍重,杂色、含青较明显,以至于该品种在外观方面表现稍欠,生产实际与该研究结果较一致。烟叶的外观质量是构成烟叶的化学成分综合作用于物理特性上的表现,烟叶的化学成分在某种程度上决定了外观质量的表现^[10-11]。从 3 个烤烟品种的内在化学成分来看,NC297 品种上部烟叶烟碱稍高于适宜值(4.00%),达到 4.26%,呈现糖低氮高的现象,与其他 2 个品种差异达到显著水平,K326 和云烟 116 品种烟碱含量适宜。3 个品种上部烟叶钾含量均较高,氯含量较低,两糖差适宜,氮碱协调性整体较好。从中部烟叶化学成分来看,各品种单个指标均在适宜范围内,钾高氯低,两糖协调性较好,

但是从3个品种的氮碱协调性来看,K326品种非烟碱氮比总氮适宜,云烟116和NC297品种氮碱协调性较K326品种稍差。感官评价是衡量烟叶综合质量高低最重要的指标,从3个品种烟叶的感官质量来看,上部烟叶在香韵、香气量、香气质、浓度、劲头、杂气方面均表现均衡,没有明显差别,但是在刺激性和口感舒适性方面,K326品种表现均优于其他2个品种。感官评吸总分排序为K326>NC297>云烟116。K326品种整体表现量足、质感好、浓度较高、刺激性和杂气轻、口感较好、舒适干净。NC297整体主要表现量较足、质感较好,主要特点是焦香稍显。云烟116干草香较突出,喉部毛刺感较明显,焦香,甚至焦枯韵调稍显。K326品种中部烟叶香韵、香气质、香气量、刺激性和口感方面均表现较好,香韵丰富性好,量较足,厚实感和绵延感好,浓度高,无明显刺激,口感舒适性好,感官质量较高。NC297品种烟叶在香气量和香气质方面表现稍弱,烤甜和清甜表现好,但爆发力弱于K326品种。云烟116品种烟叶在口感方面表现欠舒适。各品种烟叶感官评吸总分排序为K326>NC297>云烟116。综合感官质量来看,K326品种烟叶感官质量优于其他2个品种。从致香成分含量来看,K326品种烟叶致香成分总量高于其他2个品种,且几个关键的致香成分,如巨豆三烯酮、 β -大马酮、苯乙醇、苯甲醇、糠醇、糠醛和金合欢基丙酮含量均较高。

综合分析3个品种的质量可知,K326品种内在质量较高,但是外观质量稍差,这也是近年烟农对该品种接受程度下降、卷烟工业企业却极力主导的原因,在生产过程中要更加关注该品种烘烤过程,提高烘烤质量。NC97品种外观质

量较好,内在质量稍次于K326,在生产过程中要注重以提高该品种烟叶内在质量为主,通过增加施用有机肥,研究适合该品种的栽培技术措施来提高烟叶品质。

4 结论

综上所述,在玉溪峨山生态条件下,K326和NC297品种表现较好。K326品种烟叶品质佳,但是外观质量稍差,建议生产过程中以提高烘烤技术、提升烟叶外观质量为主;NC297品种外观质量较好,但是内在品质稍弱于K326,在生产上要以提高内在品质为主。

参考文献

- [1] 常乃杰,张云贵,李志宏,等. 云南玉溪植烟土壤速效养分空间变异特征及应用[J]. 中国土壤与肥料,2017(1):7-13.
- [2] 叶世兴,邓小刚. 玉溪烟草志(1978~2005)[M]. 昆明:云南人民出版社,2007.
- [3] 王正旭,田阳阳,王军伟,等. 玉溪山地生态条件下烤烟KRK26工业可用性研究[J]. 西南农业学报,2019,32(S1):95-100.
- [4] 廖和明,孙福山,徐秀红,等. 不同烘烤工艺对烤烟品种NC55中性香气物质各组分含量的影响[J]. 中国烟草科学,2013,34(5):89-94.
- [5] 李天福,陈萍,冉邦定. 烤烟不同耐肥品种的肥料利用率与烟叶品质[J]. 烟草科技,1999,32(4):33-34.
- [6] 杨晓亮,张铭真,张豹林,等. 不同烤烟品种对烘烤条件的响应差异分析[J]. 江西农业学报,2015,27(3):74-77.
- [7] 周金仙. 不同生态条件下烟草品种产量与品质的变化[J]. 烟草科技,2005,38(9):32-35.
- [8] 袁帅. 陇县烟区不同烤烟品种品质比较研究[J]. 安徽农业科学,2016,44(30):22-23,33.
- [9] 周小红,刘国顺,贾方方,等. 不同香型和基因型烤烟多酚类物质含量分布研究[J]. 西南农业学报,2015,28(3):1328-1333.
- [10] 王正旭,宋玉川,徐益群,等. 云南德宏烟区津巴布韦特色烤烟品种对比试验[J]. 南方农业学报,2016,47(3):359-364.
- [11] 中国农业科学院烟草研究所. 中国烟草栽培学[M]. 上海:上海科学技术出版社,2005.
- [12] 贵州畜牧兽医,2016,40(4):57-62.
- [13] 杨秀芳,陈玲玲,乌艳红,等. 应用灰色关联度综合评价26个青贮玉米的生产性能[J]. 草业科学,2012,29(1):105-111.
- [14] 史京京,姬铭泽,于立河,等. 运用灰色关联度分析法对黑龙江西部地区引进燕麦品种的综合评价[J]. 江苏农业科学,2020,48(2):97-103.
- [15] 且正措. 利用综合评价法分析评价四种苜蓿材料的产量性状[J]. 青海草业,2011,20(2):8-12.
- [16] 王映红,程玉民,赵良金,等. 抗旱小麦新品种‘新麦39’的选育及性状分析[J]. 农学报,2020,10(10):7-11.
- [17] 孙元枢. 中国小黑麦遗传育种研究与应用[M]. 杭州:浙江科学技术出版社,2002:12.
- [18] 赵雅姣,田新会,杜文华. 饲草型小黑麦在定西地区的最佳刈割期[J]. 草业科学,2015,32(7):1143-1149.
- [19] 张杰,贾志宽,韩清芳. 不同养分对苜蓿茎叶比和鲜干比的影响[J]. 西北农业学报,2007,16(4):121-125.
- [20] 阿啟兰,魏小星,贾志锋,等. 14份小黑麦资源在青海民和地区的适应性试验[J]. 中国农学通报,2019,35(18):154-159.
- [21] 谢楠,李源,赵海明,等. 饲用小黑麦适宜刈割时期及刈割次数研究[J]. 草原与草坪,2014,34(2):57-62.
- [22] 惠永华,王路. 济源粮改饲试点项目稳步推进[J]. 中国畜牧业,2019(15):61-62.
- [23] ZILLINSKY F J. The development of triticale[J]. Advances in agronomy, 1974,26:315-348.
- [24] 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.
- [25] 李冬梅. 饲草型小黑麦的遗传图谱构建及草产量和抗锈病相关基因的QTL定位[D]. 兰州:甘肃农业大学,2016.
- [26] 孙元枢. 中国小黑麦遗传育种研究与应用[M]. 杭州:浙江科学技术出版社,2002:252-254.
- [27] 张玉清,金晓梅,张庆祥,等. 饲用小黑麦蛋白质含量的研究[J]. 黑龙江畜牧兽医,1997(7):19-20.
- [28] 何江峰,赵萌莉,郑轶慧,等. 小黑麦的饲用特性及其在草地生态中的应用前景[J]. 中国草地学报,2012,34(1):101-107.
- [29] 郭建文,李林渊,田新会,等. 饲草型小黑麦新品系在甘肃高海拔地区的生产性能和品质研究[J]. 草原与草坪,2018,38(4):72-77.
- [30] 孙亮,龙忠富,张瑜,等. 黔饲1号小黑麦适宜刈割次数及刈割期研究

(上接第22页)

参考文献