

6个饲草高粱新品系在平凉地区的种植表现

郝生燕¹, 王国栋¹, 贺春贵², 潘发明¹, 顾 嫻¹, 何振富¹, 刘文瑜¹, 葛玉彬³
(1. 甘肃省农业科学院畜草与绿色农业研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院, 甘肃 兰州 730070; 3. 甘肃省农业科学院作物研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要:以饲草高粱品种晋牧1号和皖草2号为对照, 在全膜穴播栽培方式下, 对6个外引和自育的饲草高粱新品系进行了比较试验。结果表明, 各参试饲草高粱新品系在当地均能正常生长及成熟, 田间均未发现病害。全年鲜草平均折合产量以JC16-3最高, 为118.27 t/hm², 较对照品种晋牧1号和皖草2号分别增产-4.30%、12.37%; 全年干草平均折合产量以LC-2最高, 为22.60 t/hm², 较对照品种晋牧1号和皖草2号分别增产3.48%、29.14%; LC-1次之, 为21.97 t/hm², 较晋牧1号和皖草2号分别增产0.60%、25.54%。综合各参试饲草高粱新品系全年鲜草平均折合产量、全年干草平均折合产量及其农艺性状考虑, 认为JC16-1和JC16-3这两个新品系表现较好, 全年鲜草平均折合产量分别为115.12 t/hm²和118.27 t/hm², 全年干草平均折合分别为20.73 t/hm²和21.09 t/hm²。虽然这两个品系的全年鲜草平均折合产量和全年干草平均折合产量均低于晋牧1号, 但均显著高于皖草2号, 在甘肃平凉半湿润偏旱地区种植更具潜力。

关键词:饲用高粱; 新品系; 鲜草产量; 干草产量; 适应性; 平凉

中图分类号: S514 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)09-0041-06

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2021.09.010

饲用高粱(forage sorghum)是禾本科高粱属一年生草本植物, 为普通高粱的一个变种, 具有光合效率高、生物产量高、抗旱、耐盐碱等特点^[1-4], 其作为反刍动物的粗饲料在国外已得到广泛应用, 但国内研究应用起步较晚。由于干旱地区草食畜产业发展很快, 饲用高粱具有抗旱节水、可刈割多茬、收获期灵活、产草量高、特别适宜于青饲、可减少精料、降低成本等特性的品种更受到养殖户的青睐, 不仅具有较好的市场开发前景, 对草食畜牧业也有较强的支撑作用。我们以品种晋牧1号、皖草2号为对照, 选取外引及自育的6个饲草高粱新品系, 在平凉

市泾川县高平试验站进行了饲草高粱的比较试验, 以其丰产性、适应性、抗逆性客观评价选用饲草高粱新品系的特征特性及生产利用价值^[5], 为饲草高粱品种鉴定和推广应用提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验在平凉市泾川县高平试验站进行, 地理位置北纬35°46′、东经107°50′。试验区为典型的黄土高原沟壑区旱作农业区, 平均海拔1359 m, 年平均气温8.5℃, 年均降水量570 mm, 年均蒸发量1130.9 mm, 无霜期175 d。试验地土壤肥力中等, 土质

收稿日期: 2021-05-24; 修订日期: 2021-07-25

基金项目: 甘肃省现代农业科技支撑体系区域创新中心重点科技项目(2019GAAS51); 甘肃省农业科学院科研条件建设及成果转化项目(2020GAAS36); 甘肃省农业科学院重点研发项目(2020GAAS22)。

作者简介: 郝生燕(1985—), 女, 甘肃兰州人, 助理研究员, 主要从事动物营养与饲料研究工作。联系电话: (0)13893311795。Email: haoshengyan_happy@163.com。

通信作者: 王国栋(1982—), 男, 甘肃兰州人, 助理研究员, 研究方向为牧草育种及栽培。Email: 93053048@qq.com。

均匀一致^[6]，前茬为玉米。

1.2 供试材料

供试饲草高粱新品系 6 个，分别为 JC16-1、JC16-2、JC16-3、JC16-4，均由山西省农业科学院高粱研究所提供；LC-1、LC-2 由甘肃省农业科学院畜草与绿色农业研究所提供。对照品种为晋牧 1 号(CK1)山西省农业科学院高粱研究所提供、皖草 2 号(CK2)安徽技术师范学院农学院提供。

1.3 试验方法

试验采用随机区组设计，3 次重复，小区面积 16 m² (4 m × 4 m)。结合整地播前一次性基施腐熟羊粪 15 000 kg/hm²、磷酸二铵 300 kg/hm²、普通过磷酸钙 300 kg/hm²，于 4 月 16 日追施尿素 150 kg/hm²。试验采用全膜穴播栽培方式，于 3 月 26 日按株距 0.2 m、行距 0.5 m 的规格穴播，播深 2 ~ 3 cm，每穴 3 ~ 5 粒，适宜播种量为 7.5 kg/hm²。定苗时每穴留苗 1 株，保苗 10 万株 /hm²，其余田间管理同大田。试验期间进行 2 次测产，第 1 次测产在挑旗时期(7 月 18 号)进行，第 2 次测产在乳熟期(9 月 27 日)进行，刈割后称重，计算折合产量。

1.4 测定指标与方法

按顺序取样法每小区连续取 5 株进行考种。测定株高时，每小区随机取 5 株测量自地面到顶端生长点高度，求其平均值^[7]。测定茎粗时，每小区随机选 5 株用游标卡尺测定茎基部直径并求其平均值。刈割前按小区分别测产，第 1 次测产在挑旗时期(7 月 18 日)刈割，第 2 次测产在乳熟期(9 月 27 日)刈割。测产时从小区中间选择长势均匀的植株共 8 m²，每次刈割后立即称重，计算鲜重折合产量^[8-9]。鲜草自然风干至含水率为 15% 时称重，计为干草折合产量。

1.5 数据处理与分析

所有试验数据均经 Excel 软件进行整理，再用 SPSS 19.0 的 One way ANOVA 软件

进行方差分析。用 Tukey 法进行多重比较。结果表示为平均数 ± 标准差。差异显著水平为 $P < 0.05$ ， $0.05 < P < 0.10$ 时认为有趋势。

2 结果与分析

2.1 外部形态特征

参试各饲草高粱品种(系)田间均未发现病害。从表 1 可以看出叶脉色除 LC-1、LC-2、晋牧 1 号(CK1)为白色外，其余品种(系)均为黄色；LC-2 壳色为黄色，JC16-3、LC-1、皖草 2 号(CK2)壳色为红色，其余品种(系)均为白色；参试各品种(系)粒色均为白色；穗型除晋牧 1 号(CK1)为伞形外，其余品种(系)均为纺锤形。

表 1 不同参试饲草高粱品种(系)的外部形态特征

品种(系)	叶脉色	壳色	粒色	穗型
JC16-1	黄	白	白	纺锤形
JC16-2	黄	白	白	纺锤形
JC16-3	黄	红	白	纺锤形
JC16-4	黄	白	白	纺锤形
晋牧1号(CK1)	白	白	白	伞形
LC-1	白	红	白	纺锤形
LC-2	白	黄	白	纺锤形
皖草2号(CK2)	黄	红	白	纺锤形

2.2 第 1 次测产时的产量及农艺性状

由表 2 可知，在挑旗期，LC-1 的鲜草折合产量显著低于晋牧 1 号(CK1)和皖草 2 号(CK2)，JC16-1、JC16-2、JC16-3、JC16-4、LC-2 的鲜草折合产量与晋牧 1 号(CK1)、皖草 2 号(CK2)差异均不显著。鲜草折合产量以 JC16-2 最高，达 65.12 t/hm²，分别较晋牧 1 号(CK1)和皖草 2 号(CK2)增产 5.41%、24.61%；干草折合产量均与晋牧 1 号(CK1)差异不显著；JC16-1、JC16-2、JC16-4 与皖草 2 号(CK2)差异均不显著，JC16-3、LC-1、LC-2 均显著高于皖草 2 号(CK2)。以 LC-2 干草折合产量最高，达到 12.35 t/hm²，分别较晋牧 1 号(CK1)和皖草 2 号(CK2)增产 9.00%、43.60%。

除 LC-1、LC-2 的出水率均显著低于晋牧 1 号(CK1)和皖草 2 号(CK2)外, 其余品系的出水率均与晋牧 1 号(CK1)和皖草 2 号(CK2)差异不显著, 其中以 JC16-2 的出水率较高, 为 83.40%, 分别较晋牧 1 号(CK1)和皖草 2 号(CK2)增加 1.74、-0.17 百分点。参试各品系平均茎粗与晋牧 1 号(CK1)和皖草 2 号(CK2)差异均不显著, 其中以 JC16-2 最粗, 为 14.13 mm, 分别较晋牧 1 号(CK1)和皖草 2 号(CK2)增粗 0.79、1.28 mm。JC16-3、LC-1 的平均株高均显著高于晋牧 1 号(CK1), 其余品系均与晋牧 1 号(CK1)差异不显著; JC16-3、LC-1、LC-2 平均株高均显著高于皖草 2 号(CK2), 其余品系均与皖草 2 号(CK2)差异不显著, 各参试品系的平

均株高以 LC-1 最高, 为 284.87 cm, 分别较晋牧 1 号(CK1)和皖草 2 号(CK2)高 64.22、73.90 cm。JC16-3 的平均叶片数显著多于晋牧 1 号(CK1), 其余品系均与晋牧 1 号(CK1)差异不显著; 参试各品系的平均叶片数与皖草 2 号(CK2)差异均不显著, 以 JC16-3 的平均叶片数最多, 为 7.83 片, 分别较晋牧 1 号(CK1)和皖草 2 号(CK2)多 0.93、0.83 片。

2.3 第 2 次测产时的产量及农艺性状

由表 3 可以看出, 在乳熟期, LC-1 的鲜草折合产量均显著低于晋牧 1 号(CK1)和皖草 2 号(CK2), 其余品系均与晋牧 1 号(CK1)和皖草 2 号(CK2)差异不显著。以 JC16-3 鲜草折合产量较高, 为 53.27 t/hm², 分别较晋牧 1 号(CK1)和皖草 2 号(CK2)增

表 2 不同参试饲草高粱品种(系)在第 1 次测产时的农艺性状及产量

品种(系)	鲜草折合产量 (t/hm ²)	干草折合产量 (t/hm ²)	出水率 /%	平均茎粗 /mm	平均株高 /cm	平均叶片数 /个
JC16-1	62.86±2.91ab	11.32±0.32ab	81.97±0.34a	13.51±0.10a	238.57±6.76bcd	7.27±0.12ab
JC16-2	65.12±1.29a	10.81±0.19ab	83.40±0.03a	14.13±0.52a	229.40±5.54bcd	7.23±0.03ab
JC16-3	65.00±2.51a	12.03±0.35a	81.44±0.80a	14.10±0.75a	268.13±8.12ab	7.83±0.26a
JC16-4	64.39±1.79ab	11.64±0.33ab	81.97±1.04a	13.90±0.50a	248.63±6.56abcd	7.33±0.20ab
晋牧1号(CK1)	61.78±3.18ab	11.33±0.43ab	81.66±0.58a	13.34±0.16a	220.65±4.07cd	6.90±0.10b
LC-1	38.78±2.02c	12.16±0.43a	68.58±0.67c	12.46±0.41a	284.87±7.80a	7.37±0.19ab
LC-2	51.48±1.14bc	12.35±0.48a	76.03±1.46b	13.03±0.04a	266.20±9.10abc	7.30±0.32ab
皖草2号(CK2)	52.26±2.66ab	8.60±0.48b	83.57±0.48a	12.85±0.46a	210.97±8.16d	7.00±0.12ab

表 3 不同参试饲草高粱品种(系)在第 2 次测产时的农艺性状及产量

品种(系)	鲜草 折合产量 (t/hm ²)	干草 折合产量 (t/hm ²)	平均 株高 /cm	平均 茎粗 /mm	平均 穗长 /cm	平均 穗宽 /cm	平均 叶片数 /个
JC16-1	52.26±2.10a	9.41±0.31ab	255.27±8.28ab	8.89±0.33a	19.89±0.71cd	6.69±0.34b	7.80±0.31a
JC16-2	53.00±2.99a	8.48±0.46ab	271.67±9.61ab	9.83±0.81a	23.38±1.41bc	7.18±0.59b	7.73±0.24a
JC16-3	53.27±2.19a	9.06±0.25ab	277.13±1.97ab	10.45±0.53a	23.60±0.99bc	6.33±0.18b	8.13±0.29a
JC16-4	51.54±1.87a	7.73±0.47b	241.00±4.31b	8.67±0.61a	20.36±0.61cd	6.65±0.92b	7.00±0.50a
晋牧1号(CK1)	61.81±2.06a	10.51±0.25a	259.27±4.64ab	9.93±0.44a	20.13±0.48cd	7.40±0.46b	8.13±0.07a
LC-1	37.74±2.01b	9.81±0.36ab	287.20±7.26a	9.76±0.42a	29.27±0.64a	10.80±1.04a	8.00±0.42a
LC-2	51.26±2.51a	10.25±0.32a	260.00±5.60ab	9.13±0.40a	25.60±0.87ab	7.40±0.60b	7.73±0.29a
皖草2号(CK2)	52.99±1.73a	7.94±0.36b	257.80±8.90ab	10.19±0.15a	18.87±0.41d	6.13±0.41b	8.33±0.18a

产-13.82%、0.53%。JC16-4的干草折合产量显著低于晋牧1号(CK1),其余品系均与晋牧1号(CK1)差异不显著;LC-2的干草折合产量显著高于皖草2号(CK2),其余品系均与皖草2号(CK2)差异不显著,以LC-2干草折合产量较高,为10.25 t/hm²,分别较晋牧1号(CK1)和皖草2号(CK2)增产-2.47%、29.09%。

各参试饲草高粱品系的平均株高均与晋牧1号(CK1)和皖草2号(CK2)差异不显著,以LC-1最高,为287.20 cm,分别较晋牧1号(CK1)和皖草2号(CK2)高27.93、29.40 cm。各平均茎粗均与晋牧1号(CK1)和皖草2号(CK2)差异不显著,以JC16-3最粗,为10.45 mm,分别较晋牧1号(CK1)和皖草2号(CK2)粗0.52、0.26 mm。LC-1、LC-2的平均穗长显著长于晋牧1号(CK1),其余品系均与晋牧1号(CK1)差异不显著;JC16-2、JC16-3、LC-1、LC-2平均穗长显著长于皖草2号(CK2),其余品系均与皖草2号(CK2)差异不显著,以LC-1的平均穗长最长,为29.27 cm,分别较晋牧1号(CK1)和皖草2号(CK2)长9.14、10.40 cm。LC-1的平均穗宽均显著宽于晋牧1号(CK1)和皖草2号(CK2),其余品系均与晋牧1号(CK1)和皖草2号(CK2)差异不显著,以LC-1的平均穗

宽最宽,为10.80 cm,分别较晋牧1号(CK1)和皖草2号(CK2)宽3.40、4.67 cm。各参试品系平均叶片数与晋牧1号(CK1)和皖草2号(CK2)差异均不显著,以JC16-3的平均叶片数较多,为8.13片,分别较晋牧1号(CK1)和皖草2号(CK2)少0、0.20片。

2.4 产量

由表4、图1可以看出,各参试饲草高粱品种(系)的全年鲜草平均折合产量以晋牧1号(CK1)最高,为123.59 t/hm²;JC16-3次之,为118.27 t/hm²,较晋牧1号(CK1)和皖草2号(CK2)分别增产-4.30%、12.37%;JC16-2居第3位,为118.12 t/hm²,较晋牧1号(CK1)和皖草2号(CK2)分别增产-4.42%、12.23%。全年鲜草平均折合产量由大到小排序依次为晋牧1号(CK1)、JC16-3、JC16-2、JC16-4、JC16-1、皖草2号(CK2)、LC-2、LC-1。对全年鲜草平均折合产量进行方差分析的结果表明,晋牧1号(CK1)与JC16-1、LC-1、LC-2差异显著,与其余品系差异均不显著;皖草2号(CK2)与LC-2差异不显著,与其余品系差异均显著。全年干草平均折合产量以LC-2最高,为22.60 t/hm²,较晋牧1号(CK1)和皖草2号(CK2)分别增产3.48%、29.14%;LC-1次

表4 不同参试饲草高粱品种(系)全年刈割产量及产量排名

品种(系)	全年刈割鲜草平均折合产量/(t/hm ²)	全年鲜草平均折合产量排名	全年刈割干草平均折合产量/(t/hm ²)	全年干草平均折合产量排名
JC16-1	115.12±1.26b	5	20.73±0.22abc	5
JC16-2	118.12±1.55ab	3	19.29±0.74cd	7
JC16-3	118.27±0.74ab	2	21.09±0.70abc	4
JC16-4	115.93±1.92ab	4	19.37±0.71bcd	6
晋牧1号(CK1)	123.59±1.18a	1	21.84±0.51abc	3
LC-1	76.52±3.32d	8	21.97±0.49ab	2
LC-2	102.74±0.90c	7	22.60±0.52a	1
皖草2号(CK2)	105.25±0.55c	6	17.50±0.71d	8

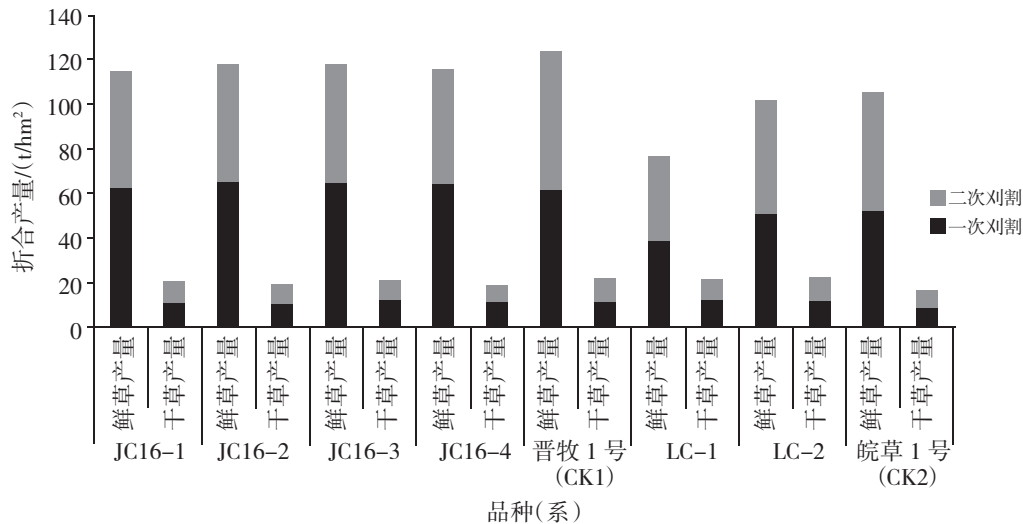


图1 不同参试饲草高粱品种(系)全年刈割产量(两茬产量之和)

之,为 21.97 t/hm²,较晋牧1号(CK1)和皖草2号(CK2)分别增产 0.60%、25.54%;晋牧1号(CK1)居第3位,较皖草2号(CK2)增产 24.80%。全年干草平均折合产量由大到小排序依次为 LC-2、LC-1、晋牧1号(CK1)、JC16-3、JC16-1、JC16-4、JC16-2、皖草2号(CK2)。对全年干草平均折合产量进行方差分析的结果表明,晋牧1号(CK1)与各参试品系差异均不显著;皖草2号(CK2)与 JC16-2、JC16-4 差异均不显著,与其余品系差异均显著。

3 结论

试验表明,在全膜穴播栽培方式下,6个参试饲草高粱新品系在当地均能正常生长及成熟,田间均未发现病害。各参试饲草高粱品种(系)的全年鲜草平均折合产量以对照品种晋牧1号最高,为 123.59 t/hm²; JC16-3 次之,为 118.27 t/hm²,较对照品种晋牧1号和皖草2号分别增产 -4.30%、12.37%; JC16-2 居第3位,为 118.12 t/hm²,较对照品种晋牧1号和皖草2号分别增产 -4.42%、12.23%。全年干草平均折合产量以 LC-2 最高,为 22.60 t/hm²,较对照品种晋牧1号和皖草2号分别增产 3.48%、29.14%; LC-1 次之,为 21.97 t/hm²,较对照品种晋牧1号和皖草2号分别增产 0.60%、

25.54%;晋牧1号居第3位,较皖草2号增产 24.80%。综合各参试饲草高粱新品系全年鲜草平均折合产量、全年干草平均折合产量及其农艺性状考虑,认为 JC16-1 和 JC16-3 这2个饲草高粱新品系表现较好,全年鲜草平均折合产量分别为 115.12 t/hm² 和 118.27 t/hm²,全年干草平均折合分别为 20.73 t/hm² 和 21.09 t/hm²。虽然这2个品系全年鲜草平均折合产量和全年干草平均折合产量均低于对照品种晋牧1号,但均显著高于皖草2号,因此 JC16-1 和 JC16-3 在甘肃平凉半湿润偏旱地区种植更具潜力,应大力推广。

参考文献:

- [1] 郝生燕,刘陇生,贺春贵,等.甘肃饲用高粱旱作栽培技术[J].甘肃农业科技,2018(4):47-49.
- [2] 贺春贵.甜高粱概念辨析及栽培群概念在饲用高粱品种研究中的应用[J].甘肃农业科技,2021,52(3):80-86.
- [3] 李茜,曹宏,张述强,等.5个饲用甜高粱品种在西峰区的引种初报[J].甘肃农业科技,2018(9):41-45.
- [4] 张国琴,葛玉彬,张正英.10个饲用高粱品种(系)在甘肃的区试结果初报[J].甘肃农业科技,2019(6):8-11.
- [5] 崔凤娟,田福东,王振国,等.饲用高粱品种品质性状的比较及评价[J].草地学报,

QuEChERS-气相色谱串联质谱法测定香菇中 13种农药残留

任金萍¹, 赫嘉伟²

(1. 平凉市农产品质量安全与检验检测中心, 甘肃 平凉 744000; 2. 陕西理工大学数学与计算机科学学院, 陕西 汉中 723000)

摘要: 建立基于 QuEChERS-气相色谱串联质谱法 (GC-MS/MS) 快速检测香菇中 13 种农药残留的分析方法。香菇样品经前处理后, 气相色谱分离, 多反应离子监测模式 (MRM) 进行质谱检测, 用外标法定量。结果表明, 在 0.01、0.10、0.50 mg/kg 三个添加水平下, 回收率范围为 75.4%~110.6%。用重复性限反映精密度, 均符合标准 GB 23200.113—2018 的要求。QuEChERS-气相色谱串联质谱法快速、高效、可靠, 适用于香菇样品中的农药残留检验检测。

关键词: 香菇; 农药残留; QuEChERS; 气相色谱串联质谱法

中图分类号: S481 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)09-0046-05

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2021.09.011](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2021.09.011)

Determination of 13 Pesticide Residues in *Lentinus edodes* by QuEChERS-GC-MS/MS

REN Jinping¹, HE Jiawei²

(1. Pingliang Center for Quality and Safety of Agricultural Products, Pingliang Gansu 744000; 2. School of Mathematics and Computer Science, Shaanxi University of Technology, Hanzhong Shaanxi 723000, China)

Abstract: A rapid method for the determination of 13 pesticide residues in *Lentinus edodes* was established based on QuEChERS-gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS/MS). After pretreatment, the *Lentinus edodes* samples were separated by gas chromatography, detected by mass spectrometry in the multi-reaction ion monitoring mode (MRM), and quantitatively analyzed with the external standard method. The results showed that the 13 pesticides had good linearity in the range from 0.01 $\mu\text{g/mL}$ to 0.8 $\mu\text{g/mL}$, and the correlation coefficients $R^2 > 0.99$. The average recovery ranges were mainly from 75.4% to 110.6% at the three spiked

收稿日期: 2021-02-25; 修订日期: 2021-06-16

作者简介: 任金萍(1986—), 甘肃靖远人, 农艺师, 主要从事农产品质量安全与检验检测工作。联系电话: (0)15249343657。Email: 784209489@qq.com。

- 2012, 20(6): 1112-1116.
- [6] 毕盛楠, 兰 剑. 6个饲用高粱品种在宁夏隆德地区的比较试验[J]. 南方农机, 2019, 50(5): 66-67.
- [7] 陈东明, 艾 辛, 全妙华, 等. 四棱豆在湖南怀化地区的引种试验[J]. 作物研究, 2005(1): 35-37.
- [8] HUGH DOGGETT. Sorghum[M]. New York: Longman Scientific & Technical, Second edition, 1995, 417-423.
- [9] 王国栋, 贺春贵, 何振富, 等. 6个高丹草新品系在甘肃半干旱区筛选试验研究[J]. 中国草食动物科学, 2020, 40(1): 76-79.

(本文责编: 郑立龙)