

高糖黑麦草在陇中黄土高原和 河西绿洲引种试验初报

成慧¹, Eun Joong Kim², 侯扶江¹

(1. 兰州大学草地农业科技学院 农业部草地农业生态系统学重点开放实验室, 甘肃 兰州 730020;

2. Institute of Biological, Environmental and Rural Sciences, Aberystwyth University, UK SY23 3AS)

摘要:在陇中黄土高原和河西绿洲引入3种高糖黑麦草(*Lolium perenne*, HSR)‘明星’、‘神奇’和‘阿旺’。第1次刈割,在2个区域,HSR品种的可溶性碳水化合物含量均显著高于对照品种‘普通’($P < 0.05$);第2次刈割,在陇中黄土高原HSR品种的可溶性碳水化合物含量显著高于对照及河西绿洲HSR品种中的‘神奇’和‘阿旺’($P < 0.05$)。2个区域HSR品种的中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、粗蛋白等与对照品种差异不显著($P > 0.05$),但产量较低。在陇中黄土高原刈割增加分蘖密度、粗蛋白、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维含量,降低可溶性碳水化合物含量;而在河西绿洲呈现相反趋势。

关键词:高糖黑麦草;可溶性碳水化合物;中性洗涤纤维;酸性洗涤纤维;粗蛋白;黄土高原;绿洲

中图分类号:S543+.603

文献标识码:A

文章编号:1001-0629(2011)06-0978-05

*¹ 多年生黑麦草(*Lolium perenne*)是全球种植面积最大的牧草作物之一,是作物-家畜生产系统的重要组成部分^[1]。高糖黑麦草(HSR)品种在英国已经有20多年的培育历史,它能够提高家畜瘤胃微生物氮的利用率,促进微生物蛋白质合成,减少家畜氮排泄,一定程度上降低反刍动物生产系统 N_2O 等温室气体排放^[2]。饲喂HSR青贮饲料的奶牛氮的利用率显著高于红三叶(*Trifolium pratense*)^[3],长期采食HSR的奶牛泌乳量显著增加,牛奶含糖量显著高于对照奶牛,并且品质更好^[4]。在我国,高糖牧草刚刚引起重视。本研究主要在陇中黄土高原和河西绿洲引种3个HSR品种,比较其生长和营养成分,以评价此类牧草的适应性和引种的必要性。

1 材料与方法

1.1 试验材料 3个HSR品种为‘明星’(Aber-Star)‘神奇’(Aber-Magic)‘阿旺’(Aber-Avon),均引自英国草地与环境研究所(Institute of Grassland and Environmental Research, UK, IGER)。对照品种为‘普通’(Premium),也引自IGER。

1.2 试验区概况 陇中黄土高原试验区位于兰州大学榆中校区,属大陆季风型气候。年平均气温 $6.7^{\circ}C$,1月平均气温 $-8^{\circ}C$,7月平均气温 $19^{\circ}C$ 。年均降水量 381.8 mm ,相对湿度 63% ,年均蒸发量 1406.8 mm ,无霜期 120 d ,全年日照时数 2607.2 h 左右。 $\geq 0^{\circ}C$ 年积温 $3052.7^{\circ}C \cdot d$,湿润度K值为

1.25,根据综合顺序分类法,天然植被为微温微润草甸草原类^[5]。

河西绿洲试验区位于甘肃省民勤县畜牧局农场,属典型温带大陆性气候。年平均气温 $7.6^{\circ}C$,7月平均气温 $22.8^{\circ}C$,昼夜温差大。年降水量为 110 mm ,年均蒸发量 2604.3 mm ,无霜期 185 d ,年日照时数 3028 h , $\geq 0^{\circ}C$ 年积温 $3500^{\circ}C \cdot d$ 。湿润度K值为0.31,根据综合顺序分类法,天然植被为微温干旱温带荒漠类^[5]。

1.3 小区设置 在2个试验区选择地势平坦的农田作为试验地。完全随机区组设计,黄土高原试验区小区面积为 $4\text{ m} \times 10\text{ m}$,河西试验区为 $5\text{ m} \times 8\text{ m}$ 。区组间距离为 2 m ,每个处理4个重复。2009年5月中下旬播种,播种量 $30\text{ kg}/\text{hm}^2$,黄土高原试验区行距为 40 cm ,河西绿洲试验区行距为 25 cm ,播深均为 $2\sim 3\text{ cm}$ 。播种时施肥, $N\ 55\text{ kg}/\text{hm}^2$, $P_2O_5\ 55\text{ kg}/\text{hm}^2$, $K_2O\ 74\text{ kg}/\text{hm}^2$ 。

1.4 田间管理 播种后适时灌水,黄土高原试验区 30 d 浇灌1次,每次灌水量 $300\text{ m}^3/\text{hm}^2$,喷灌5次,共计 $1500\text{ m}^3/\text{hm}^2$;河西绿洲 30 d 灌水1次,每

收稿日期:2011-05-02 接受日期:2011-05-12
基金项目:公益性行业计划课题(200903060);教育部新世纪优秀人才支持计划(教技函[2010]14号)
作者简介:成慧(1985-),男,山西交城人,在读硕士生,研究方向为草地农业生态学。E-mail:chengh08@lzu.cn
通信作者:侯扶江 E-mail:cyhoufj@lzu.edu.cn

次灌水量 500 m³/hm², 漫灌 5 次, 共计 2 500 m³/hm²; 2009 年 9 月上旬和 10 月中旬分别刈割 1 次, 然后施尿素 50 kg/hm²。及时除草。

1.5 测定指标 每次割草前测定株高和分蘖密度。刈割留茬 2~3 cm, 测干草产量。样品在 65 °C 下烘 48 h, 粉碎后过 40 目筛。按国家标准(GB/T 20806-2006)测中性洗涤纤维(NDF), 按农业行业标准(NY/T1459-2007)方法测酸性洗涤纤维(ADF), 凯氏定氮法测粗蛋白(CP), 蒽酮法测可溶性糖含量(WSC)^[6]。

1.6 引种综合评价 牧草生境适宜度和化学成分等级评价根据《草业科学研究方法》^[7]。

牧草生境适宜度(X)计算公式:

$$X = (1 - |K - K'|) / (1 + |K - K'|)$$

式中, K 为最适生长地的湿润度 K 值; K' 为拟引入生长地湿润度 K 值。

牧草化学成分等级评价: $V = a \times b$ 。

式中, V 为总评分数(较高者为优); a 为粗蛋白等级数; b 为粗纤维等级数。

1.7 数据处理与统计分析 用 Excel 绘图,

SPSS 13.0 做统计分析。

2 结果与分析

2.1 生长分析

2.1.1 陇中黄土高原 第 1 次刈割前, 3 个 HSR 品种与对照‘普通’分蘖密度差异显著($P < 0.05$)。对照品种‘普通’比‘神奇’多 367 个/m²(表 1)。黑麦草株高为 30.5~40.8 cm, 其中对照品种‘普通’株高最高, 与‘明星’、‘神奇’差异显著($P < 0.05$)。对照品种‘普通’黑麦草干草产量最高, 为 3.7 t/hm²; 3 个 HSR 品种间差异不显著($P > 0.05$), 平均为 2.81 t/hm²。第 2 次刈割前, 4 个品种间分蘖密度差异均显著($P < 0.05$), ‘阿旺’比对照品种多 825 个/m²(表 1)。4 个黑麦草品种间株高差异均不显著($P > 0.05$), 此时的株高普遍低于第 1 次刈割。HSR 品种‘神奇’干草产量最高, 为 0.89 t/hm², ‘明星’干草产量最低, 为 0.82 t/hm², 此时的干草产量普遍低于第 1 次刈割。全年干草产量, 对照品种‘普通’最高, 为 4.5 t/hm², 3 个 HSR 品种间差异不显著, 平均 3.6 t/hm²(图 1)。

可见, 刈割增加 3 个 HSR 品种的分蘖密度, 降

表 1 两个试验区黑麦草生长情况

试验区	品种	分蘖密度(个/m ²)		株高(cm)	
		第 1 次刈割	第 2 次刈割	第 1 次刈割	第 2 次刈割
黄土高原	明星	1 916 ± 21bA	2 265 ± 48bA	34.6 ± 1.2b	28.2 ± 1.9a
	神奇	1 778 ± 21cA	1 887 ± 46cA	30.5 ± 1.1b	25.6 ± 1.1a
	阿旺	1 962 ± 54bA	2 453 ± 47aA	40.2 ± 1.1a	24.9 ± 1.0a
	普通	2 145 ± 28aA	1 628 ± 45dA	40.8 ± 1.6a	26.7 ± 1.4a
河西绿洲	明星	1 717 ± 16dB	995 ± 13bB	31.5 ± 1.1b	23.0 ± 0.6b
	神奇	1 848 ± 28cA	1 125 ± 15aB	35.3 ± 1.6b	25.8 ± 0.5a
	阿旺	1 904 ± 14bA	999 ± 16bB	32.2 ± 0.6b	21.2 ± 0.9b
	普通	2 063 ± 16aB	905 ± 22cB	43.8 ± 0.7a	26.4 ± 0.5a

注: 不同小写字母表示相同试验区相同刈割时期不同品种间差异显著($P < 0.05$); 不同大写字母表示 2 个试验区同一刈割时期同一品种差异显著($P < 0.05$)。图 1 和表 2 同。

低对照品种‘普通’的分蘖密度; 同时, 降低 4 个品种的株高。

2.1.2 河西绿洲试验区 第 1 次刈割前, 对照品种分蘖密度和株高均显著高于 3 个 HSR 品种($P < 0.05$)(表 1)。对照品种‘普通’干草产量最高, 为 1.1 t/hm², 3 个 HSR 品种间差异不显著($P > 0.05$), 平均为 0.54 t/hm²(图 1)。

第 2 次刈割前, ‘神奇’分蘖密度显著高于其他 3

个品种($P < 0.05$)(表 1)。对照品种‘普通’株高显著高于 HSR 品种‘明星’和‘阿旺’($P < 0.05$), 与‘神奇’差异不显著($P > 0.05$)。对照品种‘普通’干草产量最高, 为 0.9 t/hm², 3 个 HSR 品种间差异不显著($P > 0.05$), 平均为 0.62 t/hm²。全年干草产量, 对照品种‘普通’最高, 为 2 t/hm², 显著高于 3 个 HSR 品种($P < 0.05$)。可见, 刈割降低 4 个品种的分蘖密度和高度。

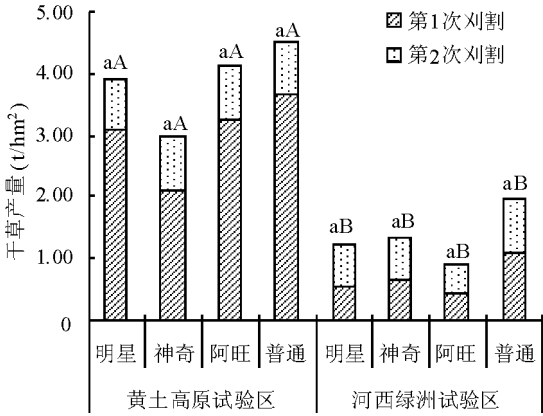


图 1 2 个试验区黑麦草产量

2.1.3 两个生态区域的比较 第 1 次刈割, 陇中黄土高原‘明星’和对照品种‘普通’分蘖密度分别为 1 916 和 2 145 个/m², 显著高于河西绿洲‘明星’和对照品种‘普通’分蘖密度(1 717 和 2 063 个/m²) ($P < 0.05$), 其他 2 个品种分蘖密度在 2 个区域差异不显著($P > 0.05$)。第 2 次刈割, 陇中黄土高原 4 种

黑麦草分蘖密度均显著高于河西绿洲($P < 0.05$)。陇中黄土高原 4 种黑麦草全年干草产量为 2.99 ~ 4.51 t/hm², 河西绿洲全年干草产量 0.92 ~ 2.00 t/hm², 同一试验区黑麦草产量差异均不显著($P > 0.05$)(图 1), 陇中黄土高原 4 个黑麦草产量均显著高于河西绿洲($P < 0.05$)。河西绿洲全年干草产量低, 可能与灌溉量不足, 没有达到黑麦草最适宜生境有关。

2.2 营养成分

2.2.1 陇中黄土高原 第 1 次刈割, ‘神奇’的 NDF 含量显著低于其他 3 个品种($P < 0.05$)(表 2); 4 个品种 ADF 含量为 28.95% ~ 32.00%, 品种间差异不显著($P > 0.05$); 对照品种‘普通’的 CP 含量显著高于 HSR 品种‘明星’和‘神奇’($P < 0.05$), 与‘阿旺’差异不显著($P > 0.05$); ‘神奇’WSC 含量显著高于其他 3 个品种($P < 0.05$)。

第 2 次刈割, 4 个黑麦草品种间的 NDF 和 ADF 含量差异不显著($P < 0.05$)。NDF 含量普遍高于第

表 2 两个试验区黑麦草营养成分

%

试验区	品种	中性洗涤纤维		酸性洗涤纤维	
		第 1 次刈割	第 2 次刈割	第 1 次刈割	第 2 次刈割
		黄土高原		明星: 53.84 ± 0.89aA	神奇: 48.79 ± 0.81bB
河西绿洲		明星: 57.70 ± 0.39cA	神奇: 55.66 ± 0.23bcA	阿旺: 58.97 ± 0.28bA	普通: 62.67 ± 1.22aA
黄土高原		明星: 9.25 ± 0.60bcA	神奇: 7.96 ± 0.28cA	阿旺: 10.49 ± 0.23abA	普通: 10.88 ± 0.22aA
河西绿洲		明星: 11.23 ± 0.36aA	神奇: 10.20 ± 0.31bA	阿旺: 11.57 ± 0.07aA	普通: 11.00 ± 0.03abA

1次刈割;HSR品种‘阿旺’CP含量显著高于其他3个品种($P<0.05$),此次刈割的黑麦草CP含量普遍高于第1次刈割;‘明星’的WSC含量显著高于对照品种‘普通’($P<0.05$),与HSR品种‘神奇’和‘阿旺’差异不显著($P>0.05$),4个品种的WSC含量普遍低于第1次刈割。

2.2.2 河西绿洲 第1次刈割,对照品种‘普通’NDF含量显著高于其他3个品种($P<0.05$);‘明星’ADF含量最低,与HSR品种‘神奇’和‘阿旺’差异显著($P<0.05$),与对照品种差异不显著($P>0.05$)(表2);‘阿旺’CP含量显著高于‘神奇’($P<0.05$),与其他2个品种差异不显著($P>0.05$);‘神奇’WSC含量显著高于其他3个品种($P<0.05$)。

第2次刈割,‘阿旺’NDF含量显著高于对照品种‘普通’($P<0.05$),与其他2个HSR品种差异不显著($P>0.05$);对照品种‘普通’ADF含量显著高于HSR品种‘明星’($P<0.05$);此次刈割4个多年生黑麦草品种的NDF、ADF均比第1次刈割低。‘明星’CP含量显著高于‘阿旺’($P<0.05$),与其他2个品种差异不显著($P>0.05$);‘阿旺’WSC含量显著高于‘明星’和对照品种‘普通’($P<0.05$)。此次刈割的WSC含量比第1次刈割高。

2.2.3 两个生态区域的比较 第1次刈割,陇中黄土高原‘神奇’和对照品种‘普通’的NDF和ADF均显著低于河西绿洲‘神奇’和对照品种‘普通’($P<0.05$),其他2个品种NDF和ADF在2个区域间差异不显著($P>0.05$);4种黑麦草CP在2个区域间差异不显著($P>0.05$);陇中黄土高原4种黑麦草WSC显著高于河西绿洲4种黑麦草6.80%~10.29%($P<0.05$)。第2次刈割,陇中黄土高原‘明星’和对照品种‘普通’NDF显著高于绿洲;陇中黄土高原‘明星’、‘阿旺’和对照品种‘普通’ADF均显著高于河西绿洲($P<0.05$);陇中黄土高原‘神奇’、‘阿旺’和对照品种‘普通’CP均显著高于河西绿洲($P<0.05$);陇中黄土高原4种黑麦草WSC均显著低于河西绿洲4种黑麦草($P<0.05$)(表2)。

2.2.4 综合评价 在自然条件和灌溉条件下,2个区域生境适宜度均不适合4种黑麦草生长,2个区域内差异不显著($P>0.05$);然而,在陇中黄土高原灌溉能够显著改善生境适宜度($P<0.05$)(表3),河西绿洲灌溉对于改善生境适宜度差异不显著($P>$

0.05)。在2个区域,达到多年生黑麦草最适生长地生境所需灌溉量,陇中黄土高原为595 mm,绿洲为1 010 mm。

在2个区域,4种多年生黑麦草粗蛋白和粗纤维含量总评分数为9分,按照化学成分等级评定标准,营养价值等级为上^[7]。可见,在适宜时期刈割,多年生黑麦草可为家畜提供优质的青饲料。

表3 多年生黑麦草的生境适宜度

生境适宜度	自然条件	灌溉条件	达到最适生境灌溉量(mm)
黄土高原(X_1)	-0.32b	-0.19a	595
河西绿洲(X_2)	-0.49a	-0.37a	1 010

注:同行不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。

3 讨论与结论

可溶性碳水化合物含量不仅有重要的饲用价值,而且对牧草体内具有重要生理作用,是多年生牧草春季返青及其后生长的物质保障,一方面参与牧草生长发育的形态建成,另一方面为牧草生长提供能量^[8]。魏小红等^[9]研究表明高寒地区牧草可溶性碳水化合物含量呈现单峰曲线变化,最高月份禾草为1.80%,显著低于本研究的高糖黑麦草品种。叶片可溶性碳水化合物含量提高细胞液浓度,降低冰点,防止蛋白质脱水变性^[10]。

在陇中黄土高原,刈割增加3个高糖黑麦草品种的分蘖密度和粗蛋白含量,增加中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维含量,降低可溶性碳水化合物含量,全年干草产量为2.99~4.51 t/hm²,具有良好的耐刈性、较高的产量和营养水平;而在河西绿洲,刈割降低4个多年生黑麦草的分蘖密度、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维,提高可溶性碳水化合物含量,全年干草产量为1.23~2.0 t/hm²,产量较低,但是具有较高的营养水平。在2个区域内,高糖黑麦草品种可溶性碳水化合物含量显著高于对照品种。灌溉能够改善生境适宜度,本试验中2个区域的灌溉量均显著低于高糖黑麦草原产地——英国的降水量,这可能是造成生境适应度差的原因之一。还需要通过后续试验来确认合理灌溉量,同时,高糖黑麦草是否具有较高的抗寒性或其他抗性还需进一步研究确认,这应该是我国西北寒旱区引种高糖黑麦草的重要依据之一。

参考文献

- [1] 侯扶江,南志标,任继周. 作物—家畜综合生产系统[J]. 草业学报, 2009, 18(5): 211-234.
- [2] Moorby J M, Evans R T, Scollan N D, *et al.* Increased concentration of water-soluble carbohydrate in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) Evaluation in dairy cows in early lactation[J]. Grass and Forage Science, 2006, 61(1): 52-59.
- [3] Merry R J, Lee M R F, Davies D R, *et al.* Effects of high-sugar ryegrass silage and mixtures with red clover silage on ruminant digestion. 1. In vitro and in vivo studies of nitrogen utilization[J]. Journal of Animal Science, 2006: 3048-3060.
- [4] Beever D E, Gill M, Dawson J M, *et al.* The effect of fish meal on the digestion of grass silage by growing cattle[J]. The British Journal of Nutrition, 1990, 63(3): 489-502.
- [5] 许鹏. 草地资源调查规划学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005: 42-45.
- [6] 白宝璋, 汤学军. 植物生理学测试技术[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1993: 73-157.
- [7] 任继周. 草业科学研究方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998: 122-128.
- [8] 黄顶, 王堃. 典型草原常见牧草春季萌动期可溶性糖及内源激素动态研究[J]. 应用生态学报, 2006, 17(2): 210-214.
- [9] 魏小红, 王静, 马向, 等. 高寒地区牧草碳水化合物及氨基酸含量季节动态研究[J]. 草业学报, 2005, 14(3): 94-99.
- [10] 王红星, 古红梅, 周琳, 等. 不同生长时期叶片中可溶性糖含量与抗寒性关系[J]. 周口师范学院学报, 2003, 12(5): 51-52.

Introduction of high soluble sugar ryegrass in Longzhong Loess plateau and Hexi Oasis

CHENG Hui¹, Eun Joong Kim², HOU Fu-jiang²

(1. College of Pastoral Agriculture Science and Technology, Lanzhou University;

Key Laboratory of Grassland and Agro-Ecosystems, Ministry of Agriculture, Gansu Lanzhou 730020, China;

2. Institute of Biological, Environmental and Rural Sciences, Aberystwyth University, UK SY23 3AS)

Abstract: Three varieties of high sugar ryegrass (HSR) were introduced to Longzhong Loess plateau and Hexi oasis respectively. The results showed that the contents of water-soluble carbohydrate (WSC) of these 3 varieties were all significant higher than those of control variety (CK) in two areas at first cutting ($P < 0.05$). The contents of WSC of 3 varieties were significant higher than those of CK in Longzhong Loess plateau at second cutting and contents of WSC of AberMagic and AberAvon were significant higher than those of CK in Hexi oasis ($P < 0.05$). There were no differences between these HSR varieties and control variety (CK) in the contents of NDF, ADF and crude protein (CP), while the yield is lower. The tiller numbers and the contents of CP, NDF, and ADF increased but contents of WSC decreased under cutting treatment in Longzhong Loess plateau, while the opposite tendency were observed in Hexi Oasis.

Key words: high sugar ryegrass; water-soluble carbohydrate; NDF; ADF; crude protein; Loess plateau; Hexi oasis