

网络出版时间:2018-12-04 10:11

DOI:10.13207/j.cnki.jnwfufu.2019.06.002

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20181204.1010.004.html>

不同秋眠级苜蓿产量、品质及越冬率比较

王晓龙^{1,2}, 米福贵¹, 李红², 靳慧卿¹, 肖燕子¹, 杨伟光², 杨 璽², 王佳珍³

(1 内蒙古农业大学 草原与资源环境学院, 内蒙古 呼和浩特 010011; 2 黑龙江省畜牧研究所,

黑龙江 齐齐哈尔 161005; 3 西北农林科技大学 动物科技学院, 陕西 杨凌 712100)

【摘要】【目的】探讨苜蓿秋眠级与其生产性能及越冬的关系, 筛选适宜在呼和浩特及周边地区种植的苜蓿品种。【方法】以国内外 5 个不同秋眠级苜蓿品种为材料, 2014-05-20 将其播种于和林格尔试验地, 2015—2017 年连续 3 年调查物候期和越冬率, 测定苜蓿鲜、干草产量及营养成分(干物质(DM)、粗蛋白质(CP)、酸性洗涤纤维(ADF)、中性洗涤纤维(NDF))含量, 计算相对饲用价值(RFV), 根据 3 年平均干草产量与 RFV 的耦合作用筛选出最优苜蓿品种。【结果】秋眠级越低的苜蓿品种, 其春季返青越晚; 秋眠级越高的苜蓿品种, 其越冬率越低。5 个不同秋眠级苜蓿品种 3 年平均鲜、干草产量均存在极显著差异($P < 0.01$), 其中以金皇后苜蓿鲜、干草产量最高, 极显著高于其他苜蓿品种($P < 0.01$); 草原 3 号苜蓿的 3 年平均 CP 含量和 RFV 值最高、ADF 和 NDF 含量最低; 驯鹿苜蓿的 3 年平均 ADF、NDF 含量极显著高于其他苜蓿品种(除金皇后 ADF 含量外)。根据苜蓿 3 年平均干草产量与 RFV 值的耦合结果, 确定金皇后和草原 3 号属于最佳苜蓿品种。【结论】苜蓿秋眠级别与越冬率呈显著负相关关系, 秋眠级为 1~3 级的苜蓿品种金皇后和草原 3 号在 3 年鲜草产量、干草产量、越冬率及营养品质方面均表现较好, 适宜在呼和浩特及周边地区种植推广。

【关键词】 苜蓿品种; 牧草营养; 越冬率

【中图分类号】 S541

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2019)06-0007-07

Comparison of yield, nutrition quality and winter surviving rate of alfalfa varieties with different fall dormancy levels

WANG Xiaolong^{1,2}, MI Fugui¹, LI Hong², JIN Huiqing¹,
XIAO Yanzi¹, YANG Weiguang², YANG Zhao², WANG Quanzhen³

(1 College of Grassland, Resources and Environment, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot,

Inner Mongolia 010011, China; 2 Institute of Animal Science of Heilongjiang Province, Qiqihar, Heilongjiang 161005, China;

3 College of Animal Science & Technology, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: 【Objective】The objective of this study was to investigate the effects of fall dormancy on yield, nutritive value and winter surviving rate of different alfalfa varieties for selecting proper alfalfa varieties in Hohhot and surrounding areas. 【Method】Five alfalfa varieties were selected and sowed in Helinger on May 20, 2014. The growth and winter surviving rates were observed from 2015 to 2017, and dry matter (DM), crude protein (CP), acid detergent fiber (ADF) and neutral detergent fiber (NDF) were analyzed. Fresh yield, hay yield and relative feed value (RFV) were calculated. The optimal alfalfa variety was determined based on hay yield and RFV. 【Result】Alfalfa varieties with lower fall dormancy levels had later re-

【收稿日期】 2018-04-10

【基金项目】 国家公益性行业(农业)科研专项“土默特平原苜蓿高效种植技术与示范”(201403048-05); 中欧政府间国际合作重点专项“牧草与豆类作物育种以提高欧盟和中国蛋白质自给”(2017YFE0111000)

【作者简介】 王晓龙(1986—), 男(蒙古族), 内蒙古通辽人, 在读博士, 主要从事牧草种质资源及育种研究。

E-mail: wangxiaolong1640@126.com

【通信作者】 米福贵(1959—), 男, 内蒙古呼和浩特人, 教授, 博士生导师, 主要从事牧草种质资源及育种研究。

E-mail: mfguinm@163.com

turning green time in spring, while those with higher fall dormancy levels had lower winter surviving rates. The three years averaged fresh yield and hay yield of the five varieties had very significant difference ($P<0.01$). The fresh yield and hay yield of Gold empress were the highest and very significantly higher than that of other varieties ($P<0.01$). Caoyuan No. 3 had the highest CP and RFV, but the lowest ADF and NDF. ADF and NDF of Caribou was very significant higher than other alfalfa varieties (except ADF of the Gold empress) ($P<0.01$). Caoyuan No. 3 and Gold empress were better than other alfalfa varieties. 【Conclusion】 There was significantly negative correlation between fall dormancy and winter surviving rate. The varieties of Gold empress and Caoyuan No. 3 with fall dormancy levels of 1–3 had better fresh yield, hay yield, winter surviving rate and nutrition over the three years, and they were suitable for planting and promotion in Hohhot and surrounding areas.

Key words: alfalfa varieties; herbage nutritive value; winter surviving rate

近年来,随着我国经济社会的发展,人们生活水平不断提高,膳食结构更加追求优质蛋白与营养均衡,而优质饲草及其产品已成为限制草食家畜饲养业发展的客观因素之一^[1]。素有“牧草之王”美誉的苜蓿,不仅是世界上种植面积最大的优良牧草,也是我国分布最广、经济价值最高的牧草。苜蓿蛋白质含量高(初花期粗蛋白在 20%左右),可替代精饲料,有助于解决我国高蛋白饲草料供应不足问题。苜蓿栽培面积的逐渐扩大,有利于开展粮改饲和种养结合模式试点,进而促进粮食、经济作物、饲草料三元种植结构顺利转变^[2]。

呼和浩特及其周边地处中温带,气候条件适宜,土壤肥沃,水源充沛,具有发展苜蓿产业的先决条件。近几年,随着呼和浩特地区苜蓿种植范围的逐步扩大,盲目引种问题尤为突出,由于缺乏系统性的比较评价,苜蓿越冬率低、产草量不高现象明显,给引种地种植户带来了巨大经济损失,因此引种前需开展引种区试和适应性评价工作^[3]。秋眠性是苜蓿对晚秋环境变化的一种适应性反应,不仅与越冬、返青等过程密切相关^[4],而且与苜蓿生产性能有直接关系,在北美已成为评价苜蓿的重要指标^[5]。探索不同秋眠级苜蓿的生产性能及越冬情况可为科学引种提供指导。本研究以收集自国内外的 5 个不同秋眠级苜蓿品种为对象,分析其在呼和浩特及其周边

的产草量、营养成分和越冬率差异,以期筛选出产量高、品质优、越冬性强的苜蓿品种,为当地引进优良苜蓿品种资源、建立优质高产苜蓿栽培草地提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地设在呼和浩特市农业科技研究中心基地,地处 N 40°39′16″–40°39′19″, E 111°58′34″–111°58′37″,此基地位于呼和浩特和林格尔县盛乐镇,地势平坦;气候属半干旱大陆性季风气候,主要表现为干旱、寒冷,昼夜温差大。试验地年平均气温 6.2℃,年均降水量 390 mm 左右,年平均无霜期 132 d。试验地土壤以栗钙土为主,0~30 cm 土层土壤 pH 8.3,有机质 15.97 g/kg,有效氮 0.348 g/kg,有效磷 0.054 g/kg,有效钾 0.328 g/kg。

1.2 试验材料

试验材料为收集自国内外的 5 份苜蓿,其中国内审定品种 1 份(草原 3 号),国外引进品种 4 份(驯鹿、金皇后、三得利、WL525)。根据目前国际上秋眠等级分类标准:1~3 级属秋眠型;4~6 级属半秋眠型;7~9 级属非秋眠型;其中草原 3 号和驯鹿苜蓿秋眠级参照文献[6]分类,供试苜蓿材料的相关信息见表 1。

表 1 供试苜蓿材料及来源

Table 1 Sources of tested alfalfa materials

品种 Variety	秋眠级 FD class	秋眠类型 Fall dormancy type	来源 Source	产地 Origin
草原 3 号 Caoyuan No. 3	1	秋眠型 Dormancy type	内蒙古农业大学 Inner Mongolia Agriculture University	内蒙古 Inner Mongolia
驯鹿 Caribou	2	秋眠型 Dormancy type	北京克劳沃公司 Beijing Clover Company	加拿大 Canada
金皇后 Gold empress	2~3	秋眠型 Dormancy type	北京克劳沃公司 Beijing Clover Company	美国 America
三得利 Sanditi	5~6	半秋眠型 Semi-dormancy type	北京克劳沃公司 Beijing Clover Company	美国 America
WL525	8	非秋眠型 Non-dormancy type	北京克劳沃公司 Beijing Clover Company	美国 America

1.3 试验方法

1.3.1 试验设计 2014-05-20,在和林格尔试验地以条播方式播种 5 份苜蓿品种,小区面积 10 m² (2 m×5 m),采用随机区组设计,每份材料设置 3 次重复,行距 40 cm,播种前各试验小区均未施底肥,播种后及时镇压。草地管理期间,进行人工除草,并在返青期、现蕾期及入冬前分别灌水 1 次。

1.3.2 测定指标及方法 (1)物候期。2015—2017 年每年观测各品种的物候期,观测时期包括返青期、分枝期、现蕾期、初花期。

(2)越冬率。在每个小区株行内随机选取 1 m 长样段,3 次重复,记录每个样段内植株数,翌年苜蓿返青后调查存活植株数,计算苜蓿越冬率 (WSR): $WSR = \text{越冬前株数} / \text{越冬后株数} \times 100\%$ 。

(3)干草产量。在苜蓿初花期进行刈割,2015—2017 年每年 06-08—06-14(初花期),07-12—07-18(第二次开花)进行人工刈割,并于 08-19—08-22(苜蓿基本停止生长)进行第三次刈割,留茬高度 5 cm,每次刈割后测定鲜草产量,并称取 1.0 kg 鲜苜蓿,在 65 ℃烘箱内烘干 24 h,称重后再烘 6 h,烘干至恒质量,测定干草产量,再将鲜、干苜蓿产量折算为每 hm² 产量(t/hm²)。

(4)营养指标。取干苜蓿样品,采用实验室常规方法(参照 GB/T 6432—94)测定干物质(DM)质量分数;利用 FOSS Kjelttec 8400 凯氏定氮仪测定粗蛋白质(CP)质量分数;利用 Ankom 分析系统测定酸性洗涤纤维(ADF)和中性洗涤纤维(NDF)质量分

数^[7]。

(5)相对饲用价值(Relative feed value,RFV)。RFV 是衡量干草品质的重要指标,可用 NDF 和 ADF 计算得出,计算公式如下:

$RFV = DMI \times DDM / 1.29 \times 100\%$; (1)

$DMI = 120 / NDF$; (2)

$DDM = 88.9 - (0.779 \times ADF)$ 。 (3)

式中:DMI 指干物质随意采食量,DDM 指可消化干物质量^[8]。

计算各年度各品种苜蓿 RFV 及 3 年平均 RFV。

(6)产量与 RFV 的耦合作用(Coupling effect,CE)。CE=3 年平均 RFV×3 年平均干草产量;CE 值越高,则收益越高。

1.4 数据分析

采用 Excel 2003 进行数据处理,用 SAS(9.1)统计软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同苜蓿品种的物候期

由表 2 可以看出,5 个不同秋眠级苜蓿品种在每年 4 月中旬开始返青,4 月下旬进入分枝期,05-19 开始进入现蕾期,06-08 开始进入初花期,其中草原 3 号、驯鹿进入不同生育时期的时间大致相同,与品种 WL525 相比延迟 4~6 d。通过对不同秋眠级苜蓿品种物候期的观测发现,秋眠级越低的苜蓿品种,其春季返青越晚,一般要延迟 3~4 d。

表 2 5 个不同秋眠级苜蓿品种的物候期

Table 2 Growth stages of five alfalfa varieties with different fall dormancy levels

品种 Variety	返青期 Returning green stage	分枝期 Branching stage	现蕾期 Squaring period	初花期 Initial flowering stage
草原 3 号 Caoyuan No. 3	04-15—04-18	04-25—04-28	05-25—05-28	06-10—06-14
驯鹿 Caribou	04-15—04-18	04-25—04-28	05-24—05-27	06-10—06-14
金皇后 Gold empress	04-14—04-17	04-24—04-27	05-23—05-27	06-10—06-14
三得利 Sanditi	04-12—04-15	04-23—04-26	05-19—05-25	06-08—06-13
WL525	04-11—04-14	04-22—04-26	05-19—05-25	06-08—06-13

2.2 不同苜蓿品种的越冬率

不同秋眠级苜蓿品种在呼和浩特及周边地区均能正常越冬,其越冬率见表 3。由表 3 可知,种植第 2 年(2015 年),与国外苜蓿相比,由内蒙古农业大学育成的草原 3 号苜蓿品种越冬性最优,越冬率达 98.56%;草原 3 号和驯鹿的越冬率(≥98%)显著高于其他品种($P < 0.05$)。2016 年,秋眠型苜蓿草原 3 号、驯鹿和金皇后的越冬率(>96%)极显著高于

半秋眠型品种三得利(90.46%)和非秋眠型品种 WL525(86.70%)。2017 年,5 个不同秋眠级苜蓿品种之间的越冬率均存在极显著差异($P < 0.01$)。通过 3 年越冬率调查发现,随着苜蓿秋眠等级的升高苜蓿越冬率呈现降低趋势,5 个不同苜蓿品种之间越冬率均存在极显著差异($P < 0.01$),其中草原 3 号的越冬率最高,WL525 最低,说明秋眠级与越冬率存在显著负相关关系。

表 3 5 个不同秋眠级苜蓿品种的越冬率

品种 Variety	年份 Year			平均 Average
	2015	2016	2017	
草原 3 号 Caoyuan No. 3	98.56±0.15 aA	97.96±0.35 aA	98.53±0.55 aA	98.36±0.44 aA
驯鹿 Caribou	98.03±0.22 aAB	97.20±0.21 abA	94.97±0.63 bB	96.73±0.56 bB
金皇后 Gold empress	96.80±0.17 bB	96.41±0.12 bA	91.26±0.52 cC	94.82±0.35 cC
三得利 Sanditi	90.56±0.62 cC	90.46±0.55 cB	86.50±1.10 dD	89.17±0.91 dD
WL525	88.07±0.19 dD	86.70±0.45 dC	78.57±0.46 eE	84.43±0.47 eE

注:同列数据后标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),标不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$),下表同。
Note: Different lowercase letters show significant difference ($P<0.05$), and different capital letters show very significant difference ($P<0.01$). The same below.

2.3 不同苜蓿品种的草产量

由表 4 可知,种植第 2 年(2015 年),秋眠型苜蓿品种(草原 3 号、金皇后)的鲜、干草产量较高,显著或极显著高于其他苜蓿品种。种植第 3 年(2016 年),5 个不同苜蓿品种鲜、干草产量之间均存在极显著差异($P<0.01$),鲜、干草产量最高的苜蓿品种

是金皇后,其次是草原 3 号,WL525 和驯鹿苜蓿鲜、干草产量较低。种植第 4 年(2017 年),秋眠级为 1~3 级的金皇后和草原 3 号苜蓿品种鲜草产量极显著高于其他苜蓿品种($P<0.01$);5 个不同秋眠级苜蓿品种干草产量之间存在极显著差异($P<0.01$)。

表 4 5 个不同秋眠级苜蓿品种产量的比较

Table 4 Comparison of yields of five alfalfa varieties with different fall dormancy levels					t/hm ²
品种 Variety	2015 年产量 Yield in 2015		2016 年产量 Yield in 2016		
	鲜草 Fresh	干草 Hay	鲜草 Fresh	干草 Hay	
草原 3 号 Caoyuan No. 3	37.72±0.41 aA	9.60±0.11 aA	40.64±0.24 bB	10.18±0.06 bB	
驯鹿 Caribou	35.06±0.41 bB	9.01±0.08 bBC	24.19±0.68 eE	6.12±0.16 eE	
金皇后 Gold empress	36.71±0.21 aA	9.39±0.06 aAB	47.52±0.71 aA	11.85±0.16 aA	
三得利 Sanditi	34.47±0.34 bB	8.91±0.11 bC	37.82±0.52 cC	9.57±0.11 cC	
WL525	26.12±0.31 cC	6.70±0.09 cD	30.41±0.31 dD	7.72±0.07 dD	
品种 Variety	2017 年产量 Yield in 2017		平均产量 Average yield		
	鲜草 Fresh	干草 Hay	鲜草 Fresh	干草 Hay	
草原 3 号 Caoyuan No. 3	43.11±0.65 bA	10.83±0.15 bB	40.49±0.21 bB	10.20±0.03 bB	
驯鹿 Caribou	23.59±0.40 eD	5.99±0.11 eE	27.62±0.39 eE	7.04±0.08 eE	
金皇后 Gold empress	45.17±0.39 aA	11.41±0.10 aA	43.13±0.51 aA	10.88±0.12 aA	
三得利 Sanditi	37.09±0.59 cB	9.23±0.13 cC	36.46±0.48 cC	9.24±0.09 cC	
WL525	29.24±0.23 dD	7.40±0.07 dD	28.59±0.12 dD	7.27±0.06 dD	

由表 4 可见,2015—2017 年试验期间,5 个苜蓿品种的 3 年平均鲜、干草产量均存在极显著差异($P<0.01$),3 年平均干草产量达到 10 t/hm² 以上的苜蓿品种有草原 3 号和金皇后,其中金皇后苜蓿鲜、干草产量最高,分别为 43.13 和 10.88 t/hm²;驯鹿干草产量最低(7.04 t/hm²)。3 年试验结果表明,秋眠级别为 2 级的驯鹿和 8 级的 WL525 苜蓿品种鲜、干草产量较低,不适宜在呼和浩特及周边地区种植。

2.4 不同苜蓿品种的营养品质

由表 5 可以看出,2015 年,草原 3 号、三得利、WL525 和金皇后的 CP 含量均大于 19.3%,极显著高于驯鹿($P<0.01$);驯鹿的 ADF、NDF 含量最高,极显著高于其他苜蓿品种($P<0.01$);草原 3 号 DM

含量最高,驯鹿 DM 含量最低,二者之间存在极显著差异($P<0.01$);WL525 的 RFV 值最高,为 124.24%,驯鹿的 RFV 值(106.06%)极显著低于其他苜蓿品种($P<0.01$)。

由表 5 可见,2016 年,草原 3 号、三得利和 WL525 苜蓿的 CP 含量均大于 20%,极显著高于其他苜蓿品种($P<0.01$);驯鹿的 ADF、NDF 含量极显著高于其他苜蓿品种($P<0.01$);各品种干物质含量差异均不显著;草原 3 号的 RFV 值最高(123.49%),驯鹿的 RFV 值(106.31%)极显著低于其他苜蓿品种($P<0.01$)。

表 5 显示,2017 年,草原 3 号的 CP 含量(21.22%)最高,极显著高于其他苜蓿品种($P<0.01$);驯鹿的 ADF、NDF 含量最高,草原 3 号的

ADF、NDF 含量最低,二者存在极显著差异($P<0.01$);各品种干物质含量差异均不显著;草原 3 号和 WL525 的 RFV 值较高,显著或极显著高于其他苜蓿品种。

表 5 5 个不同秋眠级苜蓿品种营养品质的比较

Table 5 Comparison of nutrient compositions of five alfalfa varieties with different fall dormancy levels %

品种 Variety	年份 Year	粗蛋白 CP	中性洗涤纤维 NDF	酸性洗涤纤维 ADF	干物质 DM	相对饲用价值 RFV
草原 3 号 Caoyuan No. 3	2015	20.17±0.31 aA	49.87±0.30 bcBC	30.56±0.32 cdC	25.48±0.29 aA	121.15±0.91 aAB
驯鹿 Caribou		18.13±0.28 bB	54.86±0.33 aA	34.45±0.38 aA	23.50±0.10 bB	106.06±0.73 cC
金皇后 Gold empress		19.34±0.33 aA	51.22±0.54 bB	32.55±0.25 bB	24.34±0.36 abAB	116.71±1.01 bB
三得利 Sanditi		19.74±0.23 aA	49.68±0.60 bcBC	31.21±0.45 cBC	24.78±0.59 aAB	120.65±2.08 abAB
WL525		19.76±0.19 aA	48.77±0.50 cC	30.59±0.40 dC	24.91±0.13 aAB	124.24±1.38 aA
草原 3 号 Caoyuan No. 3	2016	20.71±0.46 aA	48.27±0.61 cB	31.38±0.46 cC	24.89±0.37 aA	123.49±1.54 aA
驯鹿 Caribou		18.03±0.23 cC	54.65±0.49 aA	35.75±0.58 aA	25.15±0.27 aA	106.31±2.25 bB
金皇后 Gold empress		19.20±0.39 bB	48.83±0.21 bcB	33.52±0.27 bB	24.99±0.16 aA	121.38±1.46 aA
三得利 Sanditi		21.49±0.28 aA	50.61±0.72 bB	31.03±0.38 dC	24.66±0.28 aA	117.81±3.42 aA
WL525		20.83±0.16 aA	49.83±0.58 bcB	30.36±0.51 dC	25.10±0.23 aA	121.44±2.20 aA
草原 3 号 Caoyuan No. 3	2017	21.22±0.22 aA	48.00±0.22 bC	30.96±0.60 cC	23.93±0.55 aA	125.56±1.54 aA
驯鹿 Caribou		17.82±0.33 cC	53.58±0.71 aA	35.45±0.31 aA	23.54±0.27 aA	107.89±1.54 cC
金皇后 Gold empress		18.77±0.26 bcB	52.64±0.83 aAB	35.07±0.17 aA	23.67±0.08 aA	109.84±1.53 cC
三得利 Sanditi		18.38±0.55 bcB	49.79±0.88 bBC	32.64±0.27 bB	24.32±0.36 aA	117.33±2.13 bB
WL525		19.02±0.48 bB	48.76±0.25 bC	32.51±0.34 bB	24.43±0.20 aA	122.29±0.89 aAB
草原 3 号 Caoyuan No. 3	平均 Average	20.70±0.30 aA	48.71±0.58 cB	30.97±0.24 bC	24.76±0.45 aA	123.91±1.27 aA
驯鹿 Caribou		17.99±0.09 bB	54.36±0.39 aA	35.22±0.39 aA	24.06±0.54 aA	106.75±0.57 cB
金皇后 Gold empress		19.10±0.17 abAB	50.89±1.11 bB	33.71±0.73 aAB	24.33±0.38 aA	115.82±3.33 bA
三得利 Sanditi		19.87±0.90 aAB	50.03±0.29 bcB	31.63±0.51 bBC	24.59±0.14 aA	118.59±1.04 abA
WL525		19.87±0.53 aAB	49.12±0.36 bcB	31.15±0.68 bC	24.80±10.19 aA	122.66±0.82 aA

表 5 显示,2015—2017 年试验期间,草原 3 号苜蓿的 3 年平均 CP 含量大于 20%,极显著高于驯鹿($P<0.01$);驯鹿的 3 年平均 ADF、NDF 含量极显著高于其他苜蓿品种(除金皇后的 ADF 含量外);草原 3 号的 3 年平均 RFV 值最高(123.91%),驯鹿的 RFV 值(106.75%)极显著低于其他苜蓿品种($P<0.01$)。

2.5 不同苜蓿品种产量与 RFV 值的耦合作用

5 个不同秋眠级苜蓿品种的 3 年平均干草产量(表 4)与 3 年平均 RFV (表 5)的耦合作用结果表现为金皇后(1 260.38)>草原 3 号(1 259.23)>三得利(1 095.29)>WL525(892.11)>驯鹿(751.74)。说明金皇后和草原 3 号苜蓿耦合作用优于其他苜蓿品种,较适宜在呼和浩特及周边地区种植利用。

3 讨 论

通过对呼和浩特及周边地区不同秋眠级苜蓿品

种物候期的观测发现,不同秋眠级苜蓿品种返青期存在明显差异,而初花期的差异不明显。秋眠级越低的苜蓿品种(草原 3 号、驯鹿、金皇后),其春季返青越晚,较秋眠级高的苜蓿品种(三得利、WL525)进入各生育时期的时间延迟 4~6 d,这与严秀将等^[9]的研究结论相似,说明不同秋眠级苜蓿品种在同一环境条件下到达各生育期的时间不同,秋眠级越低的苜蓿品种,其进入各生育期的时间越晚。卢欣石^[10]对国内 23 个审定苜蓿品种及 92 个地方品种的秋眠级别进行了测定,结果发现苜蓿秋眠级别与其耐寒能力有直接关系,可作为引种、生态区划及产量预测的重要依据。董静华等^[11]对国内外 50 个半秋眠型和非秋眠型苜蓿品种的越冬率进行了比较分析,结果发现苜蓿秋眠级别与越冬性呈显著负相关(相关系数为-0.921),这与本研究结果相一致,说明秋眠级低的苜蓿品种越冬能力相对较强,更能

适应寒冷的气候环境。

不同苜蓿品种在同一生态区域的产草量不同,苜蓿品种的鲜、干草产量是衡量其生产力大小的重要指标,可直接反映苜蓿品种的生产性能^[12]。高婷等^[13]发现,不同秋眠级别苜蓿品种在同一生态区(盐池)的干草产量存在明显差异,从低秋眠级别到高秋眠级别苜蓿品种的干草产量呈先升高后降低的变化趋势,且以秋眠级为 4 级的苜蓿品种干草产量最高,这与本研究的结果基本一致。本研究中秋眠级为 2~3 级的金皇后在鲜、干草产量方面优于秋眠级 1 级品种草原 3 号,而秋眠级为 2 级的驯鹿则表现异常,虽然越冬率较高,但苜蓿鲜、干草产量明显低于其他品种,可能与试验地区干旱少雨、土壤呈弱碱性及品种本身遗传特性有关。国外苜蓿品种金皇后在呼和浩特及周边地区产草量表现较好,明显高于当地品种草原 3 号,这与王成章等^[14]的研究结论相似,而驯鹿和 WL525 在当地表现较差,无法满足当地生产需求。由此说明,在正常气候条件下,苜蓿秋眠等级可能对其产量的影响较小,这与前人的研究结果^[15-18]相一致。

营养成分是鉴定苜蓿品质的重要指标,其中 CP、ADF 和 NDF 是营养成分主要组成部分,可直接反映苜蓿的营养价值^[19-21]。ADF 与饲草料的消化率有关,饲草料中 ADF 含量越高,则越不易被家畜消化;而饲草中的 NDF 含量与家畜采食量密切相关,NDF 含量越高,则家畜采食量越少^[22]。肖燕子等^[23]通过对 12 个紫花苜蓿品种的营养成分进行比较分析发现,不同苜蓿品种之间的 CP、NDF、ADF 含量均存在明显差异,其中 CP 含量越高、ADF 和 NDF 含量越低,则营养价值越高,这与本研究的结果相一致。本研究中,草原 3 号苜蓿的 3 年平均 CP 含量(20.70%)最高、ADF 和 NDF 含量最低,说明草原 3 号在营养价值方面优于其他苜蓿品种,这可能与试验地区降水量少、蒸发量大,参试国外品种受到干旱气候条件的影响程度较大有关。CP 是家畜必需的营养物质,饲草中 CP 含量、RFV 值越高表明该饲草品质越优。本研究中草原 3 号不仅 3 年平均 CP 含量高,其 RFV 值也最高,其次是 WL525、三得利和金皇后,驯鹿 3 年平均 CP 含量、RFV 值最低,这与王成章等^[24]的研究结果一致。草原 3 号中 CP 含量、RFV 值高,主要是因为该饲草中纤维素、半纤维素、木质素等含量较低所致。

有效筛选苜蓿品种并对其生产性能进行评价是引种研究工作的重要内容。大量研究表明,因不同

地区气候、土壤等条件差异,在引进新品种时,先要进行引种试验以确定适宜本地区种植的苜蓿品种,避免盲目引种造成损失。钟华^[25]对国内外不同秋眠等级苜蓿品种的草产量、营养成分进行了研究,结果发现秋眠级为 2~7 级的苜蓿品种在晋中地区均可种植,在水肥条件较好的地区,可选择前期生长快、产量高、秋眠级为 5~6 级的苜蓿品种;在水肥条件一般的地区,则应选择秋眠级为 2~4 级的苜蓿品种。刘艺杉等^[26]研究表明,除秋眠级为 4 级的中苜 1 号产草量较高外,其他低秋眠级的苜蓿产草量均较低,而秋眠级较高(6~8 级)的苜蓿品种产量表现较好,适宜在北京地区种植利用。王晓俊等^[27]对引进的 12 个国内外不同秋眠等级苜蓿品种进行试验,结果发现秋眠级为 3~4 级的苜蓿品种表现较好,秋眠级为 1~2 级和 5~6 级的苜蓿品种表现不佳,在辽宁地区适宜种植秋眠级为 3~4 级的苜蓿品种。本研究中秋眠级为 1~3 级的草原 3 号和金皇后苜蓿草产量高、营养价值丰富、越冬性强,适宜在呼和浩特及周边地区进行大面积种植利用。可见在不同地区进行苜蓿引种时,可根据当地的气候、土壤等环境条件选择适宜本地区秋眠等级的苜蓿品种,不宜完全依据已知秋眠指数做最终判定。

参考文献

- [1] 杨小翠,何庆元,詹秋文,等. 3 个紫花苜蓿品种在淮河中下游地区的产量和品质分析 [J]. 草地学报, 2017, 25(6): 1393-1396.
Yang X C, He Q Y, Zhan Q W, et al. Analyses of yield and quality of 3 *Medicago sativa* varieties in the ecotype middle and lower of Huaihe [J]. Acta Agrestia Sinica, 2017, 25(6): 1393-1396.
- [2] 于 辉,姚江华,刘 荣,等. 四个紫花苜蓿品种草产量、营养品质及越冬率的综合评价 [J]. 中国草地学报, 2010, 32(3): 108-111.
Yu H, Yao J H, Liu R, et al. Comprehensive evaluation on forage yield, nutrition quality and winter surviving rate of different alfalfa varieties [J]. Chinese Journal of Grassland, 2010, 32(3): 108-111.
- [3] 熊军波,田 宏,张鹤山,等. 十个不同休眠等级紫花苜蓿在武汉地区的生产性能比较 [J]. 湖北农业科学, 2016, 55(22): 5582-5585.
Xiong J B, Tian H, Zhang H S, et al. Comparative study on production performance of 10 different fall dormancy alfalfa varieties in Wuhan area [J]. Hubei Agricultural Science, 2016, 55(22): 5582-5585.
- [4] 刘志英. 不同苜蓿品种秋眠级评定及其对越冬率的影响机理 [D]. 北京: 中国农业科学研究院, 2017.
Liu Z Y. Evaluation of fall dormancy rating among different alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars and effect mechanisms of

- fall dormancy on winter survival rate [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences Dissertation, 2017.
- [5] 卢欣石, 申玉龙. 苜蓿秋眠性研究与利用 [J]. 草原与草坪, 1991(4): 1-4.
- Lu X S, Shen Y L. The study and utilization fall dormancy of alfalfa [J]. Grassland and Turf, 1991(4): 1-4.
- [6] 方珊珊, 孙启忠, 闫亚飞, 等. 45 个苜蓿品种秋眠级初步评定 [J]. 草业学报, 2015, 24(11): 247-255.
- Fang S S, Sun Q Z, Yan Y F, et al. Preliminary assessment of fall dormancy in 45 alfalfa cultivars [J]. Acta Prataculturae Sinica, 2015, 24(11): 247-255.
- [7] 张丽英. 饲草分析及饲料质量检测技术 [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2012: 48-76.
- Zhang L Y. Forage analysis and the measurement technique of feed quality [M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2012: 48-76.
- [8] 陈 谷, 邵建辉. 美国商业应用中的牧草质量及质量标准 [J]. 中国牧业通讯, 2010(11): 48-49.
- Chen G, Tai J H. Forage quality and its quality standardization in the United States [J]. China Animal Husbandry Bulletin, 2010(11): 48-49.
- [9] 严秀将, 冯长松, 卢欣石. 北京地区不同秋眠级苜蓿品种生长动态比较 [J]. 草业科学, 2009, 26(6): 78-83.
- Yan X J, Feng C S, Lu X S. Comparative analysis of the growth among alfalfa varieties with different fall dormancy rate in Beijing [J]. Pratacultural Science, 2009, 26(6): 78-83.
- [10] 卢欣石. 中国苜蓿审定品种秋眠性研究 [J]. 中国草地学报, 1998, 20(3): 1-5.
- Lu X S. The study on fall-dormancy of officially approved alfalfa cultivars in China [J]. Chinese Journal of Grassland, 1998, 20(3): 1-5.
- [11] 董静华, 卢欣石. 半秋眠和非秋眠紫花苜蓿在华北地区生长适应性评价 [J]. 北方园艺, 2008(7): 152-156.
- Dong J H, Lu X S. Evaluation of adaptability between non-dormancy and semi-dormancy alfalfa variety in Huabei [J]. Northern Horticulture, 2008(7): 152-156.
- [12] 伏兵哲, 高雪芹, 张 蓉, 等. 宁夏引黄灌区不同紫花苜蓿品种比较 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2017, 45(2): 71-78.
- Fu B Z, Gao X Q, Zhang R, et al. Comparison of different alfalfa cultivars in the Yellow River irrigation region of Ningxia [J]. Journal of Northwest A&F University (Nat Sci Ed), 2017, 45(2): 71-78.
- [13] 高 婷, 孙启忠, 王 川, 等. 秋季刈割时期对不同秋眠性苜蓿品种生产性能的影响 [J]. 中国草地学报, 2017, 39(1): 27-34.
- Gao T, Sun Q Z, Wang C, et al. Effect of harvesting time in fall on productivity of different dormancy alfalfa varieties [J]. Chinese Journal of Grassland, 2017, 39(1): 27-34.
- [14] 王成章, 许向阳, 杨雨鑫, 等. 不同紫花苜蓿品种引种试验研究 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2002, 30(3): 29-31.
- Wang C Z, Xu X Y, Yang Y X, et al. Study on the introduction of different alfalfa varieties [J]. Journal of Northwest A&F University (Nat Sci Ed), 2002, 30(3): 29-31.
- [15] Malinowski D, Pinchak W, Kramp B, et al. Supplemental irrigation and fall dormancy effects on alfalfa productivity in a semiarid, subtropical climate with a bimodal precipitation pattern [J]. Agronomy Journal, 2007, 119: 621-629.
- [16] Rimi F, Macolino S, Leinauer B, et al. Alfalfa yield and morphology of three fall-dormancy categories harvested at two phenological stages in a subtropical climate [J]. Agronomy Journal, 2010, 102: 1578-1585.
- [17] Ventroni L M, Volenec J J, Cangiano C A. Fall dormancy and cutting frequency impact on alfalfa yield and yield components [J]. Field Crops Research, 2010, 119: 252-259.
- [18] Wang C, Ma B L, Yan X, et al. Yields of alfalfa varieties with different fall-dormancy levels in a temperate environment [J]. Agronomy Journal, 2009, 101: 1146-1152.
- [19] 吕小东, 王建光, 白音仓, 等. 内蒙古引进的 11 个国外苜蓿品种营养价值的灰色评价 [J]. 草原与草坪, 2013, 33(3): 21-25.
- Lü X D, Wang J G, Bai Y C, et al. Comprehensive evaluation on nutrition value of 11 introduced alfalfa varieties in Inner Mongolia [J]. Grassland and Turf, 2013, 33(3): 21-25.
- [20] 张建华, 王彦荣, 余 玲, 等. 紫花苜蓿品种间产量性状评价 [J]. 西北植物学报, 2004, 24(10): 1837-1844.
- Zhang J H, Wang Y R, Yu L, et al. Evaluation on yield and quality characteristics of alfalfa varieties [J]. Acta Bot Boreali-Occident Sin, 2004, 24(10): 1837-1844.
- [21] 何 云, 霍文颖, 张海棠, 等. 紫花苜蓿的营养价值及其影响因素 [J]. 安徽农业科学, 2007, 35(11): 3243-3244.
- He Y, Huo W Y, Zhang H T, et al. Study on nutritional value and influencing factors of alfalfa [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2007, 35(11): 3243-3244.
- [22] 牛小平, 呼天明, 杨培志, 等. 22 个紫花苜蓿品种生产性能比较研究 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2006, 34(5): 34-49.
- Niu X P, Hu T M, Yang P Z, et al. Comparative researches on the production performance of 22 alfalfa varieties from home and abroad [J]. Journal of Northwest A&F University (Nat Sci Ed), 2006, 34(5): 34-39.
- [23] 肖燕子, 于 洁, 孟 凯, 等. 土默特地区不同苜蓿品种生产性能的比较 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2017, 45(4): 65-70.
- Xiao Y Z, Yu J, Meng K, et al. Comparison of production performance of different alfalfa varieties in Tumed region [J]. Journal of Northwest A&F University (Nat Sci Ed), 2017, 45(4): 65-70.
- [24] 王成章, 韩锦峰, 史莹华, 等. 不同秋眠类型苜蓿品种的生产性能研究 [J]. 作物学报, 2008, 34(1): 133-141.
- Wang C Z, Han J F, Shi Y H, et al. Production performance in alfalfa with different classes of fall dormancy [J]. Acta Agonomica Sinica, 2008, 34(1): 133-141.

[J]. 东北林业大学学报,2016,44(5):24-28.

Wang Z C,Du A P. Characteristics of stem sap flow of *Eucalypt* and its relation to environmental factors [J]. Journal of Northeast Forestry University,2016,44(5):24-28.

[26] 万艳芳. 祁连山青海云杉林蒸腾特征及影响因素分析 [D]. 兰州:甘肃农业大学,2017.

Wan Y F. Characteristics of transpiration of *Picea crassifolia* forest and relevant factors analysis in the Qilian Mountains [D]. Lanzhou:Gansu Agricultural University,2017.

[27] 温 杰,陈云明,唐亚坤,等. 黄土丘陵区油松、沙棘生长旺盛期树干液流密度特征及其影响因素 [J]. 应用生态学报,2017,28(3):763-771.

Wen J,Chen Y M,Tang Y K,et al. Characteristics and affecting factors of sap flow density of *Pinus tabulaeformis* and *Hippophae rhamnoides* in growing season in the hilly region of the Loess Plateau, China [J]. Chinese Journal of Applied Ecology,2017,28(3):763-771.

[28] 刘建立,王彦辉,管 伟,等. 六盘山北侧生长季内华北落叶松树干液流速率研究 [J]. 华中农业大学学报,2008,27(3):434-440.

Liu J L,Wang Y H,Guan W,et al. Stem sap flux velocity of individual trees of *Larix principis-rupprechtii* in rainy season in the north of Liupan Mountain [J]. Journal of Huazhong Agricultural University,2008,27(3):434-440.

[29] Eberbach P L,Burrows G. The transpiration response by four topographically distributed *Eucalyptus* species, to rainfall occurring during drought in south eastern Australia [J]. Physiologia Plantarum,2006,127:483-493.

[30] Wildy D T,Pate J S,Bartle J R. Budgets of water use by *Eucalyptus kochii* tree belts in the semi-arid wheatbelt of western Australia [J]. Plant and Soil,2004,262:129-149.

[31] 闫俊华,周国逸,黄忠良. 鼎湖山亚热带季风常绿阔叶林蒸散研究 [J]. 林业科学,2001,37(1):37-45.

Yan J H,Zhou G Y,Huang Z L. Evapotranspiration of the monsoon evergreen broad-leaf forest in Dinghushan, Guangdong Province [J]. Scientia Silvae Sinicae,2001,37(1):37-45.

[32] Cermák J,Huzulák J,Penka M. Water potential and sap flow rate in adult trees with moist and dry soil as used for the assessment of root system depth [J]. Biologia Plantarum,1980,22(1):34-41.

[33] 冯永建,马长明,王彦辉,等. 华北落叶松人工林蒸腾特征及其与土壤水势的关系 [J]. 中国水土保持科学,2010,8(1):93-98.

Feng Y J,Ma C M,Wang Y H,et al. Relationship between the characteristics of transpiration of *Larix principis-rupprechtii* forest and soil water potential [J]. Science of Soil & Water Conservation,2010,8(1):93-98.

[34] 张 华,王百田,郑培龙. 黄土半干旱区不同土壤水分条件下刺槐蒸腾速率的研究 [J]. 水土保持学报,2006,20(2):122-125.

Zhang H,Wang B T,Zheng P L. Study on transpiration rate of black locust under different soil water content in semi-arid region Loess Plateau [J]. Journal of Soil & Water Conservation,2006,20(2):122-125.

(上接第 13 页)

[25] 钟 华. 晋中地区不同秋眠级紫花苜蓿品种生产性能研究 [D]. 山西太谷:山西农业大学,2005.

Zhong H. A study on the productive performance of alfalfa at different fall dormancy in Jinzhong region [D]. Taigu, Shanxi: Shanxi Agricultural University,2005.

[26] 刘艺杉,刘自学,苏爱莲,等. 北京地区不同秋眠级苜蓿品种适应性评价 [J]. 草业科学,2008,25(2):60-63.

Liu Y S,Liu Z X,Su A L,et al. Comparison of the adaptation of fourteen alfalfa varieties with different fall-dormancy in Beijing area [J]. Pratacultural Science,2008,25(2):60-63.

[27] 王晓俊,魏臻武,杜广明,等. 不同秋眠级苜蓿在辽宁地区生产性能的比较分析 [J]. 草原与草坪,2006,26(4):28-32.

Wang X J,Wei Z W,Du G M,et al. Study on the productivity of alfalfa at different level of fall-dormancy in Liaoning Province [J]. Grassland and Turf,2006,26(4):28-32.