



榆林风沙草滩区不同紫花苜蓿品种生产性能及营养品质的综合评价研究

刘小东¹, 李娜娜¹, 李鑫¹, 苗晓茸¹, 李宜璇², 李海江³

(1. 榆林市羊产业发展中心, 陕西榆林 719000; 2. 富平县宫里镇人民政府, 陕西渭南 714000; 3. 榆林市畜牧兽医服务中心, 陕西榆林 719000)

摘要: 为筛选出适合榆林风沙草滩区大力种植推广的紫花苜蓿品种, 本试验对 10 种紫花苜蓿品种进行生产性能和营养品质综合评价。结果表明, 中苜 2 号、WL343 品种的鲜草产量和干草产量在各茬均较高; 中苜 2 号、WL343 和巨能 551 品种的株高在各茬均较高; 金黄后相比较其余苜蓿品种, 其茎粗较粗; 中苜 2 号、巨能 551、金黄后的茎叶比值在各茬均较小; 中苜 2 号、WL343、金黄后 3 个品种在各茬表现出较快的生长速度; 中苜 2 号、甘农 3 号品种的粗蛋白含量在各茬显著高于其余苜蓿品种 ($P < 0.05$); 中苜 2 号、金黄后的粗脂肪含量整体上显著高于其余苜蓿品种 ($P < 0.05$); 中苜 2 号、WL343、金黄后、甘农 3 号的粗灰分含量、中性洗涤纤维含量、酸性洗涤纤维含量整体上显著低于其余苜蓿品种 ($P < 0.05$); 中苜 2 号、WL343、金皇后相比较其余苜蓿品种具有较高的饲喂价值, 研究还发现, 随着刈割茬次数的增多, 各个苜蓿品种的生产性能及营养品质显著下降 ($P < 0.05$)。综合评价的结果表明, 中苜 2 号苜蓿品种的生产性能和营养品质最优, 其次 WL343、金皇后, 说明这 3 种苜蓿可在榆林地区大面积种植推广。

关键词: 紫花苜蓿; 风沙草滩; 生产性能; 营养品质; 综合评价

[中图分类号] S816.5⁺3 [文献标志码] A [文章编号] 1004-6704(2024)05-0008-09

Comprehensive Evaluation on Production Performance and Nutritional Quality of Different Alfalfa Varieties in the Sandy Grassy Beach Area of Yulin

LIU Xiaodong¹, LI Nana¹, LI Xin¹, MIAO Xiaorong¹, LI Yixuan², LI Haijiang³

(1. Sheep Industry Development Center of Yulin City, Yulin, Shaanxi 719000, China; 2. Fuping County Gongli Town People's Government, Weinan, Shaanxi 714000, China; 3. Animal Husbandry Veterinarian Service Center of Yulin City, Yulin, Shaanxi 719000, China)

Abstract: In order to select the alfalfa varieties suitable for planting and promotion in the sandy grassy beach area of Yulin, this experiment comprehensively evaluated the production performance and nutritional quality of 10 alfalfa varieties. The results showed that the fresh grass yield and hay

yield of Zhongmu No. 2 and WL343 varieties were higher in each crop. The plant height of Zhongmu No. 2, WL343 and Juneng 551 varieties were higher in each crop. Compared with other alfalfa varieties Jin Queen, the stem thickness is thicker. The ratio of stem and leaf after Zhongmu No. 2, Juneng 551 and Jin Queen were smaller in each crop. The three varieties Zhongmu No. 2, WL343 and Jin Queen showed faster growth rate in each crop. The crude protein content of Zhongmu No. 2 and Gannong No. 3 in each crop was significantly higher than that of other alfalfa varieties ($P < 0.05$). The crude fat content of Zhongmu No. 2 and Jin Queen was signif-

[收稿日期] 2024-05-30
[基金项目] 榆林市科技局项目
[第一作者] 刘小东(1973-), 男, 高级畜牧师, 主要从事畜牧推广技术工作。E-mail: 295937736@qq.com
[共同第一作者] 李娜娜(1994-), 女, 助理畜牧师, 主要从事牧草生产与加工工作。E-mail: 1731393270@qq.com

ificantly higher than that of other alfalfa varieties on the whole ($P < 0.05$). The crude ash content, neutral detergent fiber content and acid detergent fiber content of Zhongmu 2, WL343, Jin Queen and Gannong 3 were significantly lower than those of other alfalfa varieties on the whole ($P < 0.05$). Compared with other alfalfa varieties, Zhongmu No. 2, WL343 and Jin Queen had higher feeding value. It was also found that the production performance and nutritional quality of each alfalfa variety decreased significantly with the increase of cutting times ($P < 0.05$). The results of comprehensive evaluation showed that the production performance and nutritional quality of Zhongmu No. 2 alfalfa were the best, followed by WL343 and Jin Queen, indicating that these three alfalfa varieties could be widely cultivated in Yulin area.

Key words: alfalfa; sandy and grassy beach area; production performance; nutritional quality; comprehensive evaluation

紫花苜蓿因其产量高、营养丰富、抗逆性强、适口性好、经济效益高、生产潜力巨大,在西北地区畜牧业生产环节中占有举足轻重的地位^[1]。自2020年榆林市实施羊子“双千万”工程以来,我市山羊和肉绵羊饲养量不断增加,本地的牧草不足以满足畜牧业发展的基本需求,对于优质牧草的需求量不断地增加,优质高产的紫花苜蓿就成发展榆林市羊子产业的重要保障之一。榆林市以发展羊子产业为契机,积极发展优质紫花苜蓿饲草饲料作物,力争将紫花苜蓿发展成榆林市的主导产业之一,为榆林带来巨大的生态利益和经济利益^[2]。

榆林市位于陕西省最北部,地处黄土农耕文化和草原游牧文化交汇之地,以长城为界,北部以风沙草滩区为主,南部以黄土丘陵沟壑区为主,地貌独特,气候条件相对较差。近年来,尽管榆林当地相继引进很多紫花苜蓿品种,但由于环境的复杂性和多样性,不同的紫花苜蓿品种表现出不同的生长特性,导致紫花苜蓿的生产性能和营养品质表现的良莠不齐^[3]。因此盲目引进,不仅不会助力榆林市羊子产业的大力发展,反而给榆林市造成了不可估量的经济损失。因此,选种种植就成了榆林市目前所面临的首要问题之一。基于此,本研究开展10个紫花苜蓿品种在榆林风沙草滩区的引种试验,通过生产性能和营养品质等相关指标,对其进行隶属函数的综合分析评价,以期为榆林风沙草滩区筛选出相对较为适宜的苜蓿品种,从而为榆阳区大面积种植推广优质高产紫花苜蓿提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验地位于陕西省榆林市榆阳区补浪河村大地种业公司(东经 $109^{\circ}75'$,北纬 $38^{\circ}28'$,海拔1179 m),该试验地属中温带半干旱大陆性季风气候,四季分明,日差较大,年平均气温 10.38°C ,年平均降水 973.6 mL ,雨季主要集中在4~6月份和9月份(图1),这里日照充足,光能资源丰富,年日照时数可达 $2600\sim 2900\text{ h}$ 。该试验地土壤为风沙土壤,有机质含量为 2.75 g/kg ,pH值为8.0,氮含量为 0.34 g/kg ,有效磷含量为 12.62 mg/kg ,速效钾含量为 73.28 mg/kg 。

1.2 供试材料

供试种子均从大地种业公司购买,参试的共10个苜蓿品种,品种名称和原产地见表1。

1.3 试验设计

本试验于2022年开始播种,2023年为试验测试阶段。试验采用完全随机设计,每个品种3个小区,共计30个小区,每个小区面积 $3\text{ m}\times 5\text{ m}$,出苗后对其定期进行浇水、施肥、除草等田间管理工作。对10

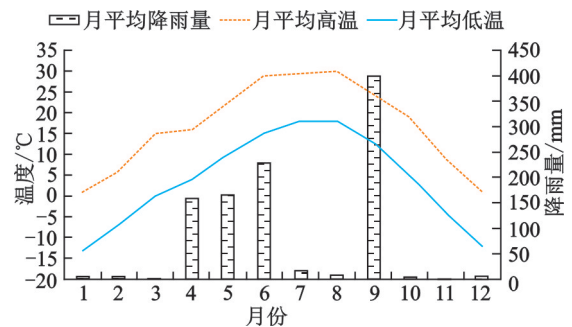


图1 2023年气候变化

Fig. 1 Climate change in 2023

表1 试种苜蓿名称及原产地

Table 1 Name and origin of alfalfa for trial planting

序号	名称	原产地
1	三得利	法国
2	中苜2号	中国
3	WL343系列	美国
4	巨能551	美国
5	金黄后	美国
6	旱地苜蓿	美国
7	甘农3号	中国
8	草原2号	美国
9	雷霆	美国
10	北极熊	美国

个品种的紫花苜蓿分别进行 3 茬刈割,每次刈割介于初花期和盛花期之间。

1.4 测定指标和方法

1.4.1 产量测定 采用 1 m×1 m 的样方框,随机在每个小区割取 1 m² 的鲜样称重,折算出苜蓿鲜草 1 hm² 的产量,后将所取样方框的所有鲜草带回实验室于 105 ℃ 杀青 30 min 后,于 65 ℃ 烘干至恒重,同样折算出苜蓿干草产量。

1.4.2 株高和茎粗 每个小区随机取 10 株,连根刨出来,用卷尺测量其地上部分长度,即为株高(cm);用游标卡尺测量根部位置,即为茎粗(cm)。

1.4.3 茎叶比 将每个小区随机取得的样进行茎叶分离,烘干后分别测定茎叶的重量。

(茎叶比=茎重/叶重)

1.4.4 生长速度 植株生长的高度与生长天数的比值。

1.4.5 营养成分测定 各项指标按照国标要求进行测定^[4-5],采用凯氏定氮法测定粗蛋白(CP)含量;采用鲁式残留法测定粗脂肪(EE)含量;采用干灰化法测定粗灰分(Ash)的含量;采用范氏洗涤纤维法测定中性洗涤纤维(NDF)和酸性洗涤纤维(ADF)的含量。

1.4.6 相对饲喂价值 根据 NDF 和 ADF 含量计算出相对饲喂价值(RFV)

干物质采食量(DMI)=120/NDF

可消化干物质(DDM)=88.9-0.779×ADF

RFV=DMI×DDM/1.29

1.5 数据统计与分析

试验数据采用 WPS 进行整理;采用 SPSS 22.0

软件进行差异性($P<0.05$)分析;采用模糊数学中的隶属函数值法对生产性能和营养品质的各项指标进行综合评价。

$$U_X^+ = (X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$$

$$U_X^- = 1 - (X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$$

式中: X 为各指标测定, X_{\max} 和 X_{\min} 为各项测定指标的最大值和最小值, U_X^+ 为各指标呈正相关的隶属函数值, U_X^- 各指标呈负相关的隶属函数值。

2 结果与分析

2.1 不同紫花苜蓿品种生产性能的比较

2.1.1 不同紫花苜蓿品种产量比较 产量是最直观反映牧草生长状况的一个重要指标。由表 2 可知,每一茬次中苜 2 号的鲜草产量均显著高于其它苜蓿品种($P<0.05$),其三茬产量每公顷分别可达到 4 264.01、4 048.93 和 3 752.68 kg,金黄后、WL343、巨能 551、三得利在各茬次鲜草产量相对较高,均显著高于其余 5 种苜蓿品种($P<0.05$)。同一苜蓿品种,金黄后和旱地苜蓿的鲜草产量第一茬和第二茬次显著高于第三茬次($P<0.05$),其余苜蓿品种的鲜草产量均随着茬次显著降低($P<0.05$),均在第一茬产量最高。

中苜 2 号的干草产量在第一茬和第二茬均显著高于其它苜蓿品种($P<0.05$),产量分别可达 1 112.51 kg、1 048.72 kg,金黄后、WL343、巨能 551、三得利的干草产量相比其余苜蓿品种同样相对较高,存在差异性显著($P<0.05$),在第三茬,中苜 2 号和 WL343、金黄后、巨能 551、三得利的干草产量

表 2 不同紫花苜蓿品种产量比较

Table 2 Comparison of yield of different alfalfa varieties

项目	鲜草产量/(kg/hm ²)			干草产量/(kg/hm ²)		
	第一茬	第二茬	第三茬	第一茬	第二茬	第三茬
三得利	3 680.43±53.09Acd	3 455.26±56.48Bd	3 277.24±26.70Cc	833.74±24.57Ad	770.76±20.40Ad	674.66±16.19Bc
中苜 2 号	4 264.01±64.55Aa	4 048.93±38.76Ba	3 752.68±37.53Ca	1 112.51±17.89Aa	1 048.72±17.77Aa	875.85±28.97Ba
WL343	4 014.69±37.50Ab	3 808.45±23.88Bb	3 490.18±37.78Cb	1 030.88±12.58Ab	958.49±15.62Bb	865.36±19.06Ca
巨能 551	3 619.30±46.58Ad	3 434.29±45.16Bd	3 119.41±32.42Cd	966.66±9.79Ac	847.96±16.67Bc	738.50±20.70Cb
金黄后	3 823.27±53.69Ac	3 694.06±18.14Ac	3 479.99±22.80Bb	975.81±16.33Ac	869.94±12.16Bc	757.25±21.73Cb
旱地苜蓿	3 204.65±54.68Af	3 098.14±31.01Ae	2 794.95±26.33Be	725.72±8.73Afg	698.17±11.67Ae	611.74±13.56Bede
甘农 3 号	3 378.70±31.74Ae	3 132.51±30.06Be	2 881.31±27.93Ce	794.01±17.46Ade	745.66±19.79Ade	662.64±26.91Bede
草原 2 号	3 312.40±55.70Aef	3 068.15±18.65Be	2 791.04±24.32Ce	767.14±8.65Aef	695.48±20.07Be	617.32±14.28Cede
雷霆	3 029.78±50.21Ag	2 878.43±20.76Bf	2 613.29±31.01Cf	714.36±10.56Ag	673.86±10.54Af	594.22±15.65Bde
北极熊	3 031.19±45.31Ag	2 846.86±22.20Bf	2 672.88±38.57Cf	698.66±13.14Ag	654.66±15.23Af	547.69±22.83Be

注:不同小写字母表示同一茬次条件下不同苜蓿品种之间的差异性显著($P<0.05$);不同大写字母表示同一苜蓿品种条件下不同茬次之间的差异性显著($P<0.05$)。下同。

相比剩余其它苜蓿品种,存在显著性差异($P < 0.05$),中苜 2 号和 WL343 的产量最高。同一苜蓿品种,WL343、巨能 551、金黄后的干草产量随着茬次显著降低($P < 0.05$),其余苜蓿品种的干草产量第一茬次和第二茬次显著高于第三茬次($P < 0.05$),但第一茬次和第二茬次之间差异不显著($P > 0.05$)。

2.1.2 不同紫花苜蓿品种株高比较 由表 3 可知,不同紫花苜蓿品种之间的株高存在显著性差异($P < 0.05$),每一茬中苜 2 号的株高均显著高于其它苜蓿品种($P < 0.05$),其三茬株高分别为 79.84 cm, 71.76 cm, 63.69 cm,其次,第一茬的三得利、WL343、巨能 551 和金黄后苜蓿品种的株高较高,显著高于同一茬次的甘农 3 号、草原 2 号、雷霆、旱地苜蓿和北极熊($P < 0.05$),第二茬和第三茬相比较三得利、甘农 3 号、草原 2 号、雷霆、旱地苜蓿和北极熊品种,WL343、巨能 551 和金黄后苜蓿品种的株高与其存在显著性差异($P < 0.05$),同一品种不同茬次之间亦存在显著性差异,随着收割茬次,各苜蓿品种的株高显著降低($P < 0.05$)。

2.1.3 不同紫花苜蓿品种茎粗比较 由表 4 可知,金黄后的茎在第一、二茬分别最粗,显著高于其它苜蓿品种($P < 0.05$),其次中苜 2 号的茎粗显著高于剩余苜蓿品种($P < 0.05$),在第三茬,金黄后和中苜 2 号的茎较粗,均显著高于其它苜蓿品种($P < 0.05$),但其二者之间的茎粗差异不显著($P > 0.05$),雷霆和北极熊的茎粗值最小,同一苜蓿品种,茎粗值随着收割的茬次逐渐显著升高($P < 0.05$)。

表 3 不同紫花苜蓿品种株高比较

Table 3 Comparison of plant height among different alfalfa varieties

项目	株高/cm		
	第一茬	第二茬	第三茬
三得利	69.53±0.63Ac	61.88±0.58Be	57.71±0.44Cd
中苜 2 号	79.84±0.83Aa	71.76±0.59Ba	63.69±0.33Ca
WL343	75.15±0.46Ab	70.13±0.86Bb	61.92±0.57Cb
巨能 551	75.66±0.45Ab	70.54±0.35Bb	62.31±0.34Cb
金黄后	70.38±0.56Ac	65.99±0.28Bc	59.54±0.43Cc
旱地苜蓿	65.91±0.44Ae	61.39±0.40Be	55.99±0.10Ce
甘农 3 号	67.95±0.48Ad	61.33±0.38Be	55.70±0.33Cef
草原 2 号	67.12±0.34Ad	62.80±0.33Bd	57.96±0.30Cd
雷霆	67.04±0.43Ad	61.10±0.53Be	55.15±0.44Cf
北极熊	65.68±0.43Ae	59.87±0.47Bf	52.24±0.28Cg

2.1.4 不同紫花苜蓿品种茎叶比比较 由表 5 可知,第一、二茬巨能 551 的茎叶比显著低于其它苜蓿品种($P < 0.05$),中苜 2 号、WL343、金黄后显著低于剩余苜蓿品种($P < 0.05$),三者之间差异不显著($P > 0.05$),第三茬巨能 551 的茎叶比与金黄后的茎叶比差异不显著($P > 0.05$),但显著低于其余苜蓿品种($P < 0.05$),金黄后、中苜 2 号、WL343 苜蓿品种相比其余苜蓿品种茎叶比值相对较低,显著低于其余苜蓿品种($P < 0.05$),同一苜蓿品种,第一茬的茎叶比均显著低于第三茬($P < 0.05$)。

2.1.5 不同紫花苜蓿品种生长速度比较 由表 6 可知,第一茬中苜 2 号和金皇后生长速度较快,除与

表 4 不同紫花苜蓿品种茎粗比较

Table 4 Comparison of stem size of different alfalfa varieties

项目	茎粗/mm		
	第一茬	第二茬	第三茬
三得利	3.70±0.08Cd	3.94±0.10Bd	4.26±0.10Abc
中苜 2 号	4.54±0.11Bb	4.72±0.14Bb	5.02±0.12Aa
WL343	4.13±0.12Ce	4.35±0.08Bc	4.59±0.08Ab
巨能 551	3.62±0.10Bd	3.73±0.10Be	4.05±0.09Ac
金黄后	4.75±0.13Ba	4.97±0.13ABa	5.28±0.14Aa
旱地苜蓿	3.16±0.10Be	3.27±0.11ABg	3.52±0.32Ade
甘农 3 号	3.02±0.13Be	3.20±0.14ABg	3.38±0.17Ade
草原 2 号	3.22±0.12Ce	3.47±0.06Bf	3.63±0.10Ad
雷霆	2.71±0.09Cf	2.95±0.07Bh	3.15±0.10Aef
北极熊	2.53±0.13Bf	2.85±0.12Ah	2.97±0.07Af

表 5 不同苜蓿品种茎叶比比较

Table 5 Comparison of stem and leaf ratios among different alfalfa varieties

项目	茎叶比		
	第一茬	第二茬	第三茬
三得利	1.09±0.02Cd	1.12±0.02Be	1.16±0.02Ad
中苜 2 号	1.00±0.04Be	1.06±0.01Af	1.08±0.02Ae
WL343	1.02±0.03Be	1.06±0.01Af	1.07±0.02Ae
巨能 551	0.93±0.03Bf	0.99±0.02Ag	1.02±0.01Af
金黄后	1.01±0.03Ae	1.04±0.03Af	1.05±0.04Aef
旱地苜蓿	1.29±0.04Ba	1.34±0.03Ba	1.40±0.02Aa
甘农 3 号	1.10±0.04Cd	1.15±0.02Bde	1.20±0.02Ac
草原 2 号	1.13±0.02Bcd	1.16±0.03Bed	1.21±0.01Ac
雷霆	1.17±0.02Be	1.20±0.04ABc	1.23±0.02Ac
北极熊	1.23±0.04Bb	1.27±0.01ABb	1.30±0.02Ab

WL343 差异不显著外($P>0.05$),均显著高于其余苜蓿品种的生长速度($P<0.05$),第二茬中苜 2 号、金黄后、WL343、三得利和甘农 3 号苜蓿品种的生长速度较快,显著高于其余苜蓿品种的生长速度($P<0.05$),第三茬中苜 2 号、金黄后、WL343 和甘农 3 号苜蓿品种的生长速度显著高于其余苜蓿品种($P<0.05$),同一苜蓿品种,除草原 2 号和北极熊外,其余苜蓿品种的生长速度随收割茬次显著降低($P<0.05$)。

2.2 不同紫花苜蓿品种营养品质比较

2.2.1 不同紫花苜蓿品种粗蛋白含量比较 由表 7 可知,粗蛋白含量在不同苜蓿品种之间表现出不同的差异性,在第一茬,中苜 2 号和甘农 3 号的粗蛋白含量显著高于其余苜蓿品种($P<0.05$),其次

表 6 不同紫花苜蓿品种生长速度比较

Table 6 Comparison of growth rate of different alfalfa varieties

项目	生长速度/($\text{cm} \cdot \text{d}^{-1}$)		
	第一茬	第二茬	第三茬
三得利	1.23±0.03Abc	1.13±0.02Babc	1.02±0.01Cbc
中苜 2 号	1.32±0.01Aa	1.21±0.03Ba	1.12±0.01Ca
WL343	1.28±0.02Aab	1.17±0.03Bab	1.05±0.01Cab
巨能 551	1.20±0.01Acd	1.05±0.02Bcde	0.96±0.03Ced
金黄后	1.29±0.02Aa	1.19±0.04Bab	1.09±0.02Cad
早地苜蓿	1.23±0.01Abc	1.11±0.02Bbcd	0.94±0.03Ccd
甘农 3 号	1.22±0.00Acd	1.15±0.00Bab	1.06±0.03Cab
草原 2 号	1.17±0.01Ad	1.10±0.04ABbcd	1.01±0.03Bbc
雷霆	1.10±0.00Ae	1.01±0.03Bde	0.91±0.03Cd
北极熊	1.06±0.01Ae	0.98±0.03Ae	0.83±0.02Be

表 7 不同紫花苜蓿品种粗蛋白含量比较

Table 7 Comparison of crude protein content of different alfalfa varieties

项目	粗蛋白/%		
	第一茬	第二茬	第三茬
三得利	21.95±0.12Ac	20.24±0.16Bd	19.69±0.09Ce
中苜 2 号	23.65±0.19Aa	22.96±0.13Ba	21.37±0.08Cbc
WL343	22.91±0.22Ab	22.59±0.19Aa	21.44±0.11Bb
巨能 551	22.85±0.16Ab	21.87±0.13Bb	20.49±0.25Cd
金黄后	22.77±0.23Ab	21.76±0.10Bb	20.20±0.06Cd
早地苜蓿	20.95±0.09Ad	19.74±0.11Be	18.26±0.14Cf
甘农 3 号	23.99±0.06Aa	22.84±0.13Ba	22.04±0.03Ca
草原 2 号	21.84±0.18Ac	20.89±0.04Bc	21.02±0.13Bc
雷霆	20.91±0.13Ad	19.96±0.15Bde	18.25±0.12Cf
北极熊	20.81±0.17Ad	19.81±0.17Bde	18.38±0.02Cf

WL343、巨能 551 和金黄后苜蓿品种相比其余苜蓿粗蛋白含量较高,在第二茬,中苜 2 号、WL343 和甘农 3 号的粗蛋白含量最高,均显著高于其余苜蓿品种($P<0.05$),其次是巨能 551 和金黄后苜蓿品种的粗蛋白含量较高,在第三茬,仅甘农 3 号的粗蛋白含量最高,显著高于其余苜蓿品种($P<0.05$),其次是中苜 2 号和 WL343 苜蓿品种,同一苜蓿品种,除 WL343 苜蓿品种的粗蛋白含量第一茬和第二茬之间差异不显著($P>0.05$),但均显著高于第三茬($P<0.05$)外,其余苜蓿品种的粗蛋白含量均在第一茬最高,均随茬次显著降低($P<0.05$)。

2.2.2 不同紫花苜蓿品种粗脂肪含量比较 由表 8 可知,在第一茬,中苜 2 号和金黄后的粗脂肪含量显著高于其余苜蓿品种($P<0.05$),其次是 WL343、三得利粗脂肪含量相对较高,在第二茬,中苜 2 号的粗脂肪含量与金黄后相比差异不显著($P>0.05$),但显著高于其余苜蓿品种($P<0.05$),在第三茬,中苜 2 号、金黄后和 WL343 的粗脂肪含量较高,同一苜蓿品种,三得利、WL343、巨能 551、早地苜蓿、甘农 3 号、草原 2 号和北极熊在第一茬和第二茬之间粗脂肪含量的差异不显著($P>0.05$),但均显著高于第三茬($P<0.05$),中苜 2 号、金黄后、雷霆 3 种苜蓿品种随收割茬次显著降低($P<0.05$)。

2.2.3 不同紫花苜蓿品种粗灰分含量比较 由表 9 可知,在第一茬,中苜 2 号、WL343、金黄后、甘农 3 号的粗灰分含量较低,显著低于其余苜蓿品种($P<0.05$),但其四者之间差异不显著($P>0.05$),在第二茬,中苜 2 号的粗灰分含量显著低于其余苜蓿品

表 8 不同紫花苜蓿品种粗脂肪含量比较

Table 8 Comparison of crude fat content of different alfalfa varieties

项目	粗脂肪/%		
	第一茬	第二茬	第三茬
三得利	2.50±0.01Abc	2.47±0.02Abc	2.10±0.06Bbcd
中苜 2 号	2.70±0.01Aa	2.53±0.00Ba	2.29±0.04Ca
WL343	2.52±0.01Ab	2.46±0.01Ac	2.24±0.04Bab
巨能 551	2.43±0.02Acd	2.43±0.02Ac	2.12±0.04Bbcd
金黄后	2.68±0.04Aa	2.52±0.01Bab	2.31±0.04Ca
早地苜蓿	2.39±0.04Ad	2.30±0.00Ae	2.11±0.03Bbcd
甘农 3 号	2.41±0.00Acd	2.37±0.03Ad	2.16±0.00Bbc
草原 2 号	2.39±0.02Ad	2.32±0.02Ae	2.14±0.04Bbcd
雷霆	2.44±0.04Abcd	2.22±0.01Bf	2.05±0.02Ccd
北极熊	2.35±0.02Ad	2.23±0.02Af	2.02±0.05Bd

表 9 不同紫花苜蓿品种粗灰分含量比较
Table 9 Comparison of crude ash content of different alfalfa varieties

项目	粗灰分/%		
	第一茬	第二茬	第三茬
三得利	9.53±0.13Cb	10.33±0.10Bb	12.29±0.11Ab
中苜 2 号	8.51±0.16Cc	9.29±0.18Bd	11.01±0.08Ad
WL343	8.81±0.13Cc	9.73±0.13Bcd	11.19±0.19Ad
巨能 551	9.46±0.13Cb	10.20±0.15Bbc	11.63±0.09Ac
金黄后	8.58±0.12Cc	9.93±0.13Bbc	11.23±0.15Ad
旱地苜蓿	9.71±0.08Cb	10.24±0.16Bb	12.11±0.12Ab
甘农 3 号	8.62±0.13Cc	9.85±0.09Bbc	11.69±0.08Ac
草原 2 号	10.16±0.11Ca	11.00±0.09Ba	12.42±0.08Aab
雷霆	10.35±0.04Ca	11.24±0.16Ba	12.78±0.04Aa
北极熊	10.32±0.08Ca	11.17±0.17Ba	12.71±0.07Aa

种 ($P < 0.05$), 与 WL343 品种差异不显著 ($P > 0.05$), 在第三茬, 中苜 2 号、WL343 和金黄后的粗灰分含量显著低于其余苜蓿品种 ($P < 0.05$), 草原 2 号、雷霆和北极熊的粗灰分含量在每茬都相对较高, 同一苜蓿品种, 粗灰分含量随收割茬次显著升高 ($P < 0.05$), 每个苜蓿品种的粗灰分含量在第一茬均最低。

2.2.4 不同紫花苜蓿品种中性洗涤纤维含量比较

由表 10 可知, 在第一茬, 中苜 2 号、WL343 的中性洗涤纤维含量与金黄后、甘农 3 号之间差异不显著 ($P > 0.05$), 但显著高于其余苜蓿品种 ($P < 0.05$), 在第二茬, 中苜 2 号、WL343、金黄后和甘农 3 号的中性洗涤纤维含量均较低, 显著低于其余苜蓿品种 ($P < 0.05$), 在第三茬, 中苜 2 号, 金黄后、甘农 3 号粗纤维含量显著低于其余苜蓿品种 ($P < 0.05$), 同一苜蓿品种, 第三茬的中性洗涤纤维含量较高, 均显著高于第一茬 ($P < 0.05$)。

2.2.5 不同紫花苜蓿品种酸性洗涤纤维含量比较

由表 11 可知, 在第一、二茬, 中苜 2 号和 WL343 的酸性洗涤纤维含量较低, 显著低于其余苜蓿品种 ($P < 0.05$), 在第三茬, WL343 的酸性洗涤纤维含量与中苜 2 号、三得利差异不显著 ($P > 0.05$), 但显著低于其余苜蓿品种 ($P < 0.05$), 同一苜蓿品种, 酸洗洗涤纤维含量随收割茬次显著升高 ($P < 0.05$)。

2.2.6 不同紫花苜蓿品种相对饲喂价值比较

由表 12 可知, 在第一茬, 中苜 2 号、WL343 的干物质采食量与金黄后和甘农 3 号差异不显著 ($P > 0.05$), 但显著高于其余苜蓿品种 ($P < 0.05$), 在第二茬, 金黄后的干物质采食量与中苜 2 号和 WL343

差异不显著 ($P > 0.05$), 但显著高于其余苜蓿品种 ($P < 0.05$), 在第三茬金黄后的干物质采食量最高, 显著高于其余苜蓿品种 ($P < 0.05$), 同一苜蓿品种, 第一茬次的干物质采食量显著高于第三茬 ($P < 0.05$), 整体上与第二茬不显著 ($P > 0.05$); 中苜 2 号和 WL343 的可消化干物质显著高于其余苜蓿品种 ($P < 0.05$), 同一苜蓿品种, 可消化干物质整体上随收割茬次显著降低 ($P < 0.05$); 中苜 2 号、WL343、金黄后的相对饲喂价值在一、二茬均较高, 显著高于其余苜蓿品种 ($P < 0.05$), 在第三茬, 金黄后的相对饲喂价值与中苜 2 号差异不显著 ($P > 0.05$), 但显著高于其余苜蓿品种 ($P < 0.05$), 同一苜蓿品种, 相对饲喂价值均随收割茬次显著降低 ($P < 0.05$)。

表 10 不同紫花苜蓿品种中性洗涤纤维含量比较

Table 10 Comparison of neutral detergent fiber content in different alfalfa varieties

项目	中性洗涤纤维/%		
	第一茬	第二茬	第三茬
三得利	39.82±0.56Bb	40.04±0.32Bc	43.09±0.17Ac
中苜 2 号	35.52±0.37Ce	36.95±0.52Be	39.14±0.11Af
WL343	35.70±0.45Be	36.64±0.30Be	39.99±0.18Ae
巨能 551	38.59±0.46Bbc	39.49±0.23Bcd	41.52±0.23Ad
金黄后	36.41±0.43Bde	36.25±0.38Be	38.62±0.15Af
旱地苜蓿	39.82±0.38Cb	42.24±0.13Bb	43.96±0.24Ab
甘农 3 号	36.42±0.44Bde	37.21±0.15Be	39.20±0.16Af
草原 2 号	37.40±0.49Ccd	39.15±0.34Bcd	41.21±0.21Ad
雷霆	37.30±0.42Ccd	38.77±0.49Bd	40.20±0.19Ae
北极熊	41.83±0.28Ca	45.16±0.09Ba	45.99±0.19Aa

表 11 不同紫花苜蓿品种酸性洗涤纤维含量比较

Table 11 Comparison of acid detergent fiber content in different alfalfa varieties

项目	酸性洗涤纤维/%		
	第一茬	第二茬	第三茬
三得利	27.90±0.19Bbc	28.21±0.14Bd	30.04±0.11Acd
中苜 2 号	26.21±0.17Ce	27.24±0.11Be	29.93±0.15Acd
WL343	26.16±0.08Ce	27.09±0.17Be	29.51±0.17Ad
巨能 551	27.38±0.40Ccd	28.81±0.21Bc	30.27±0.20Ac
金黄后	27.09±0.16Cd	28.00±0.04Bd	30.12±0.20Ac
旱地苜蓿	28.20±0.18Cb	29.58±0.09Bb	31.55±0.13Ab
甘农 3 号	28.21±0.14Cb	28.94±0.10Bc	32.44±0.22Aa
草原 2 号	28.02±0.18Cbc	29.09±0.08Bc	31.17±0.16Ab
雷霆	28.09±0.18Cb	29.97±0.06Ba	32.28±0.18Aa
北极熊	29.03±0.13Ca	30.12±0.04Ba	32.26±0.11Aa

表 12 不同紫花苜蓿品种干物质采食量、可消化干物质和相对饲喂价值比较

Table 12 Comparison of dry matter intake, digestible dry matter and relative feeding value of different alfalfa varieties

项目	干物质采食量/%			可消化干物质/%			相对饲喂价值		
	第一茬	第二茬	第三茬	第一茬	第二茬	第三茬	第一茬	第二茬	第三茬
三得利	3.01±	3.00±	2.78±	67.17±	66.92±	65.50±	156.95±	155.51±	141.41±
	0.04Ad	0.02Ad	0.01Be	0.15Acd	0.08Ab	0.06Bab	1.85Ad	1.49Ac	0.74Be
中苜 2 号	3.38±	3.25±	3.07±	68.48±	67.68±	65.59±	179.36±	170.43±	155.90±
	0.03Aa	0.05Bab	0.01Cb	0.13Aa	0.06Ba	0.08Cab	1.51Aa	2.60Bab	0.15Cab
WL343	3.36±	3.28±	3.00±	68.53±	67.80±	65.91±	178.59±	172.16±	153.32±
	0.04Aa	0.03Aab	0.01Bc	0.06Aa	0.09Ba	0.09Ca	2.07Aa	1.76Ba	1.01Cbc
巨能 551	3.11±	3.04±	2.89±	67.57±	66.46±	65.32±	162.93±	156.58±	146.37±
	0.04Acd	0.02Acd	0.02Bd	0.31Abc	0.11Bc	0.11Cb	2.70Ac	0.55Ac	1.17Bd
金黄后	3.30±	3.31±	3.11±	67.80±	67.09±	65.44±	173.25±	172.18±	157.64±
	0.04Aab	0.03Aa	0.01Ba	0.12Ab	0.02Bb	0.11Cb	2.36Aab	1.88Aa	0.98Ba
旱地苜蓿	3.01±	2.84±	2.73±	66.94±	65.86±	64.33±	156.37±	145.04±	136.12±
	0.03Ad	0.01Be	0.01Cf	0.14Ad	0.05Bd	0.07Cc	1.18Ad	0.59Bd	0.97Cf
甘农 3 号	3.30±	3.23±	3.06±	66.92±	66.36±	63.63±	170.95±	165.91±	151.02±
	0.04Aab	0.01Ab	0.01Bb	0.11Ad	0.05Bc	0.12Cd	2.34Ab	0.47Ab	0.22Bc
草原 2 号	3.21±	3.07±	2.91±	67.07±	66.24±	64.62±	166.84±	157.39±	145.87±
	0.04Abc	0.03Bed	0.01Cd	0.14Acd	0.05Bc	0.09Cc	1.85Abc	1.21Bc	1.02Cd
雷霆	3.22±	3.10±	2.99±	67.02±	65.55±	63.75±	167.18±	157.32±	147.55±
	0.04Abc	0.04Bc	0.01Bc	0.14Ad	0.03Be	0.10Cd	1.53Abc	2.09Bc	1.03Cd
北极熊	2.87±	2.66±	2.61±	66.29±	65.44±	63.77±	147.43±	134.81±	129.01±
	0.02Ae	0.01Bf	0.01Bg	0.10Ae	0.02Be	0.06Cd	1.19Ae	0.33Be	0.70Cg

表 13 不同紫花苜蓿品种生产性能和营养品质综合评价排名

Table 13 Production performance and nutritional quality of different alfalfa varieties

品 种	鲜草 产量	干草 产量	株高	茎粗	茎叶比	生长 速度	CP	EE	Ash	NDF	ADF	DMI	DDM	RFV	平均 值	排序
三得利	0.53	0.34	0.31	0.50	0.59	0.65	0.31	0.52	0.62	0.43	0.60	0.39	0.60	0.42	0.49	6
中苜 2 号	0.97	0.96	0.98	0.83	0.79	0.96	0.89	0.95	0.92	0.92	0.90	0.93	0.90	0.94	0.92	1
WL343	0.77	0.82	0.78	0.66	0.80	0.80	0.79	0.66	0.72	0.89	0.97	0.89	0.97	0.91	0.82	2
巨能 551	0.47	0.56	0.82	0.44	0.98	0.45	0.63	0.44	0.62	0.58	0.57	0.54	0.57	0.54	0.59	4
金黄后	0.69	0.61	0.49	0.94	0.84	0.86	0.59	0.93	0.65	0.93	0.71	0.94	0.71	0.91	0.77	3
旱地苜蓿	0.18	0.14	0.17	0.24	0.01	0.53	0.04	0.27	0.48	0.31	0.27	0.28	0.27	0.26	0.25	9
甘农 3 号	0.26	0.28	0.21	0.18	0.51	0.71	0.97	0.41	0.60	0.87	0.24	0.86	0.24	0.76	0.51	5
草原 2 号	0.20	0.18	0.29	0.29	0.47	0.54	0.48	0.31	0.10	0.66	0.38	0.63	0.38	0.58	0.39	7
雷霆	0.03	0.10	0.16	0.08	0.38	0.23	0.06	0.16	0.04	0.73	0.16	0.70	0.16	0.61	0.26	8
北极熊	0.04	0.03	0.02	0.02	0.20	0.05	0.05	0.06	0.13	0.02	0.05	0.02	0.05	0.01	0.05	10

注:CP.粗蛋白;EE.粗脂肪;Ash.粗灰分;NDF.中性洗涤纤维;ADF.酸性洗涤纤维;DMI.干物质采食量;DDM.可消化干物质;RFV.相对饲喂价值。

2.3 不同紫花苜蓿品种生产性能和营养品质的综合评价

为筛选出优质高产的紫花苜蓿品种,对 10 种品质进行了隶属函数值排名,结果见表 13,隶属函数值排名顺序为中苜 2 号>WL343>金黄后>巨能 551>甘农 3 号>三得利>草原 2 号>雷霆>旱地苜蓿>北极熊,可见中苜 2 号的生产性能和营养品质最优,其次是 WL343、金皇后,这 3 种可在榆林风沙草滩地区大面积种植推广,较低的是雷霆、旱地苜蓿、北极熊苜蓿品种,不适宜榆林种植。

3 讨论

3.1 不同紫花苜蓿品种生产性能评价

鲜草产量和干草产量不仅是衡量苜蓿生产效益和经济效益的一项重要指标,同时也可以直观反映苜蓿的生长情况及与当地条件的适应性,通常作为引种选育的首要标准^[6]。本试验结果显示,中苜 2 号、WL343、金黄后苜蓿品种在同一茬次条件下,其鲜草产量显著高于其余苜蓿品种,中苜 2 号、WL343、金黄后及巨能 551 苜蓿品种在同一茬次条件下,其干草产量显著高于其余苜蓿品种,同时研究发现,同一苜蓿品种条件下,随刈割茬次的次数其鲜草产量和干草产量显著降低;株高是客观反映苜蓿生产量及生长趋势的重要指标,本试验结果显示,中苜 2 号、WL343、巨能 551 苜蓿品种的株高在同一茬次条件下,显著高于其余苜蓿品种,且同一苜蓿品种条件下,刈割茬次越多,株高每茬显著降低;植株的茎负载着繁茂的枝叶、花,还要抵御气候多变造成的不良影响,可见,植株的茎具有强大的支持和抵御能力,本试验结果显示,金黄后、中苜 2 号、WL343 苜蓿品种的茎粗在同一茬次条件下显著高于其余苜蓿品种,但同一苜蓿品种条件下,第一茬的茎粗显著低于第二茬和第三茬,第二茬和第三茬之间差异同样显著;茎叶比一定程度上反映苜蓿生长状况和产量潜能,当茎叶比值越小,说明紫花苜蓿的叶片比例高,其适口性好,营养价值高,本试验结果显示,巨能 551、中苜 2 号、WL343、金黄后苜蓿品种的茎叶比值显著低于其余苜蓿品种,在同一苜蓿品种条件下,茎叶比值随刈割茬次次数增加呈下降趋势;另外,从本试验的生长速度指标来看,中苜 2 号、金黄后、WL343、苜蓿、三得利苜蓿品种的生长速度在同一茬次条件下显著高于其余苜蓿品种,且生长速度随

刈割茬次次数的增加显著降低。

综上所述,本试验结果发现每茬生产性能综合表现较好的均为中苜 2 号、WL343、金黄后、巨能 551 这四个品种。这与史雷等^[7]在榆阳区引种试验中的研究结果略有差异,这可能是一方面因为试验期间气候变化和降雨量有所不同,不同苜蓿品种面对不同气候环境表现出不同的抗寒抗旱能力,另一方面可能是因为土壤 N、K、P 环境有所差异导致部分苜蓿品种生长受限。从茬次角度来看,第一茬表现出较好的生产性能,此后各茬逐渐表现较差,可见,第一茬极为重要,因此,在管理方面需要格外重视,可以实现增产效果。在第二、三茬苜蓿生长期正值气温较高,地面水分蒸发较大,苜蓿生长缓慢,再加上田间管理易被忽视,导致苜蓿在第二、三茬生长状况略差。

3.2 不同紫花苜蓿品种营养成分评价

营养成分是反映苜蓿品质的重要指标,本试验主要从粗蛋白含量、粗脂肪含量、粗灰分含量、中性洗涤纤维含量、酸性洗涤纤维含量、相对饲喂价值等指标进行测定比较不同紫花苜蓿的品质。粗蛋白、粗脂肪含量越高,粗灰分、中酸性洗涤纤维含量越低,苜蓿品质越高^[8]。本试验结果显示,10 种紫花苜蓿品种的粗蛋白含量在每茬分别介于 20.81~23.99、19.81~22.84、18.25~22.04,其中中苜 2 号和甘农 3 号的粗蛋白含量显著高于其余苜蓿品种;在粗脂肪的测定中发现金黄后和中苜 2 号的苜蓿品种的含量显著高于其余苜蓿品种;在粗灰分的测定中发现中苜 2 号、WL343、金黄后品种的含量较低;在中酸洗的测定中发现中苜 2 号和 WL343 苜蓿品种的含量均显著低于其余苜蓿品种。相对饲喂价值取决于中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维的含量,是纤维主导市场中评价品质的一种方法^[9]。研究结果发现,中苜 2 号、WL343 和金黄后相对有较高的饲喂价值。在同一品种条件下,粗蛋白和粗脂肪含量随刈割茬次次数逐渐降低;相对饲喂价值在一、二茬显著高于第三茬;粗灰分和中酸洗洗涤纤维含量随刈割茬次次数显著升高。由此可见,第一茬苜蓿品种的营养价值较好,品种之间中苜 2、WL343 相对有较高的营养品质。

3.3 不同紫花苜蓿品种的综合评价

对苜蓿品种的综合评价是苜蓿引种工作中一个重中之重的环节,不同紫花苜蓿品种的单项生产指

标和营养指标各有优劣,因此需要将各项指标结合起来综合评价,以此达到选种目的^[10]。模糊隶属函数法是一种公认、客观、较全面的一种分析方法,被广泛运用于各个研究领域^[11-12]。本试验经过对 10 种紫花苜蓿品种 14 个测定指标分析发现隶属函数值排名顺序为中苜 2 号>WL343>金皇后>巨能 551>甘农 3 号>三得利>草原 2 号>雷霆>旱地苜蓿>北极熊。由此可见,中苜 2 号的生产性能和营养品质最优,其次是 WL343、金皇后,可在榆林风沙草滩地区大面积种植推广,较低的是雷霆、旱地苜蓿、北极熊苜蓿品种,不适宜榆林种植。

4 结 论

综上所述,中苜 2 号苜蓿品种的生产性能和营养品质最优,其次是 WL343、金皇后苜蓿品种,说明这 3 个品种可较好地适应榆林风沙草滩区的气候条件和土壤环境,因此可作为此地苜蓿引种栽培的优选品种。

参考文献:

- [1] 刘怀华,李 瑞,雷 莉,等. 榆林风沙草滩区不同紫花苜蓿品种农艺性状的比较研究[J]. 陕西农业科学, 2022,68(3):38-42.
LIU H H, LI R, LEI L, et al. Comparative study on agronomic characters of different alfalfa varieties in wind sand grass shoal area of Yulin[J]. Shaanxi Journal of Agricultural Sciences, 2022,68(3):38-42.
- [2] 李娜娜,李海江,张冬冬,等. 榆林市饲草产业存在问题分析及对策探讨[J]. 畜牧产业, 2021(9):78-80.
- [3] 高晓宇. 榆阳沙区不同品种紫花苜蓿的生产性能和营养价值研究[D]. 陕西榆林:榆林学院, 2023.
- [4] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社, 1990.
- [5] 中国实验动物学会起草. 中华人民共和国国家标准, 实验动物 配合饲料常规营养成分的测定(GB/T 4924.9-2001)[M]. 中国标准出版社, 2002.
- [6] 柳海鹰. 锡林浩特地区 49 个苜蓿品种的适应性及生产性能评价[D]. 呼和浩特:内蒙古大学, 2017.
- [7] 史 雷,徐伟洲,武治兴,等. 榆林风沙覆盖黄土区 20 个引进紫花苜蓿品种的综合性状评价[J]. 饲料研究, 2022,45(9):123-128.
- [8] SHI L, XU W ZH, WU ZH X, et al. Comprehensive character evaluation of 20 introduced alfalfa varieties in loess covered by flake sand[J]. Feed Research, 2022,45(9):123-128.
- [8] 格聊生,张海涛,刘承军,等. 黄河冲积平原地区不同施肥方式对紫花苜蓿营养品质影响研究[J]. 畜牧与饲料科学, 2017,38(1):52-54.
GE L SH, ZHANG H T, LIU CH J, et al. Effects of nitrogen, phosphorus and potassium fertilization ratio on nutritional quality of alfalfa cultivated in alluvial plain of the Yellow River[J]. Animal Husbandry and Feed Science, 2017,38(1):52-54.
- [9] 孙建华,王彦荣,余 玲. 紫花苜蓿生长特性及产量性状相关性研究[J]. 草业学报, 2004,13(4):80-86.
SUN J H, WANG Y R, YU L. Growth characteristics and their correlation with the yield of *Medicago sativa* [J]. Acta Pratacultural Science, 2004,13(4):80-86.
- [10] 张 昭,金琪凡,史彦欣,等. 不同品种紫花苜蓿种子萌发期耐低温性综合评价[J]. 草地学报, 2023,31(10):3 050-3 057.
ZHANG ZH, JIN Q F, SHI Y X, et al. Comprehensive evaluation on low temperature tolerance of different varieties of alfalfa seeds during germination[J]. Acta Agrestia Sinica, 2023,31(10):3 050-3 057.
- [11] 罗 冬,王明玖,李元恒,等. 四种豆科牧草种子萌发和幼苗生长对干旱的响应及抗旱性评价[J]. 生态环境学报, 2015,24(2):224-230.
LUO D, WANG M J, LI Y H, et al. Four legumes response to simulated drought in the stages of seed germination and seedling growth and drought resistance assessment[J]. Ecology and Environmental Sciences, 2015,24(2):224-230.
- [12] 刘淑霞,郭永霞,魏国江,等. 利用隶属函数模型评价黑龙江省大庆地区引进的 20 个紫花苜蓿品种[J]. 江苏农业科学, 2020,48(10):202-207.
LIU SH X, GUO Y X, WEI G J, et al. Evaluation of 20 alfalfa cultivars introduced in Daqing area of Heilongjiang Province using membership function model [J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2020, 48(10): 202-207.