

青海东部农区不同饲用燕麦品种生产性能及营养品质的比较

魏小星¹,阿啟兰¹,刘勇¹,贾志锋¹,石红霄²,周青平³,刘芳⁴

(1.青海大学畜牧兽医科学院,青藏高原优良牧草种质资源利用重点实验室,青海 西宁 810016;

2.中国农业科学院草原研究所,内蒙古 呼和浩特 010010;3.西南民族大学青藏高原研究院,四川 成都 610041;

4.全国畜牧总站,北京 100126)

摘要:在青海省东部农区对4个燕麦品种(欧歌、莫尼卡、骏马、沙黄麦)全生育期的生产性能、生物量分配及营养价值进行了比较研究。结果表明,4个品种中“沙黄麦”抽穗期株高达到最高,为136.3 cm,鲜草产量在灌浆期最大,达到21 716.73 kg·hm⁻²,显著高于其它品种。同时,“沙黄麦”在生育期茎叶比均小于其它3个品种,完熟期为3.38,具有显著优势;4个品种的粗蛋白含量范围为5.31%~8.54%,中性洗涤纤维含量范围为54%~65%,酸性洗涤纤维的含量范围为30%~40%,营养品质均低于本地育成品种,因此,亟待改善农艺措施以提高引进燕麦品种饲草质量。

关键词:燕麦;生产性能;营养品质;生物量分配;青海东部

中图分类号:S512.6 **文献标志码:**A

Study on the production performance and nutritional quality of different oat varieties in the pastoral region of Eastern Qinghai Province

WEI Xiaoxing¹, A Qilan¹, LIU Yong¹, JIA Zhifeng¹, SHI Hongxiao², ZHOU Qingping³, LIU Fang⁴

(1. The Academy of Animal and Veterinary Science, Qinghai University, Key Laboratory of Superior Forage Germplasm in the Qinghai-Tibetan Plateau, Xining, Qinghai 810016, China;

2. Grassland Research Institute of the Chinese Academy of Agricultural Science, Hohhot, Inner Mongolia 010010, China;

3. Institute of Qinghai-Tibetan Plateau, Southwest Minzu University, Chengdu, Sichuan 610041, China;

4. National Animal Husbandry Service, Beijing 100126, China)

Abstract: In this study, we compared four oats varieties (Ogle, Monida, Junma and Shahuangmai), which were cultivated in the Eastern of Qinghai region, about their productivity, biomass distribution, and nutritional quality. As the results shown, among the four oats varieties, the height of Shahuangmai (Shm) peaked at the heading stage (136.3 cm), and the fresh grass reached the maximum yield at filling stage (21 716.73 kg·hm⁻²). At the same time, the shoot/leaf ratio of Shm was lower than that of other varieties, which indicated a higher leaf proportion in aboveground biomass. The range of the crude protein content of these four oats varieties were among 5.31%~8.54% and the neutral detergent fiber and acid detergent fiber content were among 54%~65% and 30%~40%, respectively. Overall, the nutritional quality of these four oats were little lower. More work need to be done to improve the introduced oat varieties from the agricultural practice in the local place.

Keywords: oat; production performance; biomass allocation; nutritional quality; Eastern Qinghai

青海牧区平均海拔均在3 000 m以上,具有青藏高原典型的高寒气候特点,自然条件严酷,年积温低,牧草生长季短,草地初级生产力水平低下,冷季饲草短缺,草畜矛盾十分突出。饲草料供应不足

已成为限制青海牧区畜牧业发展的主要因素之一。冷季禾谷作物燕麦可为家畜提供稳定而优质的饲草,缓解冬季饲草缺口,其种植优势尤为突出。

燕麦(*Avena sativa*)为禾本科燕麦属一年生草本

植物,具有抗寒、抗旱、耐盐碱、耐贫瘠的特性,生产潜力大,质量好,可以作为冬季饲草贮备^[1],是农区的主要籽实饲料作物和牧区圈窝种草的主要草种,也是我国青藏高原饲草的当家草种。目前国内有关燕麦的研究主要集中在干旱及盐碱胁迫对燕麦的影响^[2-4]、营养价值的分析比较^[5-7]、栽培技术与措施^[8-11]、燕麦青干草品质^[12]、青贮技术^[13]、燕麦除草剂的应用^[14]等方面。燕麦在青海省栽培历史悠久,自1986年开始,相继筛选推广了青海444、青引1号和青引2号等一批燕麦良种,成为全省及西部地区推广种植的主导品种,在农业结构调整及饲草料生产中,是浅脑山地区群众首选的优良品种。但由于青藏高原可耕种土地少,农户自繁自用,相互换种现象严重,给燕麦去杂保纯带来难度,致使品种优良性状退化,品质下降,严重妨碍了燕麦饲草产业的进一步发展。

本研究针对青海东部农区的气候特征和燕麦生产实际情况,选择欧歌、莫妮卡、骏马、沙黄麦4个燕麦品种,通过对燕麦品种各生育期的生产性能、养分分布格局及营养品质的分析,为筛选出适宜该地种植和推广的燕麦新品种,提高燕麦的产量和品质,满足青藏高原饲草生产的需要提供科学依据。

1 材料方法

1.1 试验地概况

试验地位于青海东部农区海东市互助县,地理坐标37°04'39"N,101°55'12"E,海拔3 146 m。试验区干旱少雨,年均温度3.4℃,无霜期110 d,年均日照时数为2 521.7 h,作物生长期集中在4—8月。年均降水量600 mm,6—9月雨水较多,占全年降水量的73%,属典型的寒温带大陆性气候。

1.2 试验设计

试验材料欧歌、莫妮卡、骏马、沙黄麦4个燕麦品种均由西南民族大学提供。试验为随机区组设计,50 m²小区(5 m×10 m),小区间距1.5 m,3次重复。于2017年6月初播种,旱作无灌溉;条播,播深3~4 cm,行距30 cm,播种量为225 kg·hm⁻²,施磷酸二铵80 kg·hm²作为基肥。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 指标测定 取样及测定时间:分别在燕麦出苗期(seeding stage, SS)、拔节期(jointing stage, JS)、抽穗期(heading stage, HS)、灌浆期(filling stage, FS)、完熟期(full ripe stage, FRS)测定。

株高测定:每个小区内随机选取燕麦单株10株,卷尺测定自然高度,3次重复。

产量测定:小区内按照条播条带随机选取100 cm单行样段,齐地刈割后测定地上部分鲜重,65℃下烘48 h后测定干重并计算鲜/干比,3次重复。

茎/叶比测定:小区内随机选取燕麦单株10株,根、茎、叶分离,65℃下烘24 h后测定干重并计算茎/叶比,3次重复。

地下/地上干物质比(R/S)测定:小区内按照条播条带随机选取50 cm单行样段,齐地刈割后获得植株在65℃下烘48 h获得地上干物质数据;同时在50 cm地上干物质取样样段对等挖掘获得地下生物,洗根后并在实验室65℃下烘48 h获得地下干物质产量,然后计算R/S。

1.3.2 营养成分测定及营养指数计算 将烘干至恒重的燕麦地上部分混合粉碎后,过0.45 mm筛。粗蛋白(crude protein, CP)按照《GB/T 6432-94》测定;粗灰分(Ash)按照《GB/T 6438-2007》测定;粗脂肪(ether extract, EE)按照《GB/T 6433-2006》测定;酸性洗涤纤维(acid detergent fiber, ADF)按照《NY/T 1459-2007》测定;中性洗涤纤维(neutral detergent fiber, NDF)按照《GB/T 2080-2006》测定;粗纤维(crude fiber, CF)采用范氏洗涤纤维分析法测定;无氮浸出物采用公式计算:无氮浸出物=1-(水分+灰分+粗蛋白+粗脂肪+粗纤维)。

1.4 数据处理

采用SPSS 19.0对数据进行单因素方差分析,用Duncan法对各数据进行比较($P<0.05$)。

2 结果与分析

2.1 不同物候期的燕麦生产性能比较

植株高度能够很好地反映牧草生产能力,由表1可以看出,4个燕麦品种的植株高度在不同时期均存在差异。在拔节期,“欧歌”和“莫妮卡”株高显著高于其它2个品种($P<0.05$);在抽穗期品种“沙黄麦”长势十分明显,株高为136.3 cm,显著高于其它品种($P<0.05$);而在灌浆期和完熟期,品种“欧歌”长势较好,株高显著高于其它品种($P<0.05$)。在本研究中,完熟期“欧歌”及“莫妮卡”2个品种较灌浆期株高有所降低,这可能是测定株高自然高度时2个品种因为植株冠层顶部干物质积累而导致植株弯曲所导致。

干草产量是衡量牧草产量的有效因子,干草产量受牧草鲜草产量及含水量影响。在拔节期,“欧歌”、“莫妮卡”和“骏马”鲜草产量相当,都显著高于“沙黄麦”($P<0.05$);但在抽穗期和灌浆期,“沙黄麦”表现优异,在灌浆期“沙黄麦”的鲜草生物量达

到最大,显著高于其它 3 个品种($P<0.05$),为 $21\ 716.73\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

4 个供试燕麦品种中,“欧歌”、“莫妮卡”和“骏马”在拔节期株高和鲜草产量方面表现优异,其中“欧歌”株高和鲜草产量均大于其它 3 个品种;在抽穗期和灌浆期,“沙黄麦”表现突出,鲜干比较低且鲜草产量最大;在完熟期,4 个品种的鲜草产量无显著性差异($P>0.05$)。从鲜干比情况来看,品种“欧歌”在整个生育期都较低,说明该品种较其它品种含水量低。

2.2 不同物候期的燕麦生物量分配

生物量分配能够反映植物的生长策略,其在叶、枝和根系等器官之间的分配比例直接影响到了植物的利用价值。如表 2 所示,在拔节期品种“沙

黄麦”的 R/S 值均显著高于其它 3 个品种($P<0.05$);在抽穗期、灌浆期和完熟期,品种“莫妮卡”的 R/S 值均为最低,这说明在这 3 个时期中该品种将更多的光合能量分配到地上生物量的形成中。

茎叶比的大小表示牧草营养价值的好坏,茎叶比小、叶片比例高说明牧草适口性好,营养物质含量丰富,反之则低。叶片是植物进行光合作用的主要器官,光合作用能通过叶片将光能转化为自身所需的能量,以满足植物生长发育的需求。本研究各燕麦品种的茎叶比均随物候期的推移而显著升高,同一时期不同品种间也表现出差异性。在拔节期、灌浆期和完熟期时,品种“莫妮卡”和“欧歌”茎叶比较高,在抽穗期品种“欧歌”的茎叶比最高,为 3.86,显著高于其它 3 个品种($P<0.05$)。

表 1 不同生育期燕麦生产性能比较

Table 1 Comparison of production performance at different phenological periods of four tested oat varieties

生育时期 Growth stage	因素 Factor	欧歌 Ogle	莫妮卡 Monida	骏马 Junma	沙黄麦 Shm	SE
拔节 JS	株高/cm	58.70a	52.33a	46.42b	44.86b	4.21
	干草产量/($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)	380.30a	410.22a	314.99b	243.27c	25.24
	鲜草产量/($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)	2692.95a	2358.78a	2047.42a	1420.71b	147.65
抽穗期 HS	株高/cm	114.93b	103.30c	127.30ab	136.30a	5.89
	干草产量/($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)	2849.61b	1827.50c	2004.44c	4429.73a	198.65
	鲜草产量/($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)	13507.10ab	8662.33c	10483.24b	17320.26a	784.68
灌浆期 FS	株高/cm	135.17a	121.03b	118.23b	116.54b	8.17
	干草产量/($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)	5625.36b	5699.16b	5150.55c	6620.95a	226.54
	鲜草产量/($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)	19857.52b	17610.40c	17305.85c	21716.73a	894.21
完熟期 FRS	株高/cm	132.19a	112.65b	121.26ab	118.53b	5.67
	干草产量/($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)	5533.67b	5984.61a	5922.90a	5929.58a	203.21
	鲜草产量/($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)	18593.14b	18432.60b	18420.21b	19864.10a	914.35

注:在同一行中不同的小写字母表示各数值之间差异显著($P<0.05$)。

Note: The different lowercase letters in the same line mean significant difference at $P<0.05$.

2.3 燕麦地上生物量净积累动态

牧草在拔节期到抽穗期主要进行营养生长,叶片迅速生长,从而增加叶面积总量为光合作用积累更多的能量,待地上部分叶片等绿色器官形成后,植物通过光合作用积累自身所需的碳水化合物从而完成生殖生长过程,完成繁殖。在本试验中(图 1),4 个燕麦品种生物量净积累量基本呈现了相同变化趋势,但由于品种间差异,从抽穗期到完熟期生物量净积累呈现出了不同特点。4 个品种生物量净积累在整个生育期均呈现先升高后降低的趋势,“欧歌”、“骏马”、“沙黄麦”在灌浆期生物量净积累达到极值,“莫妮卡”在完熟期生物量净积累达到极值,同时,“欧歌”及“沙黄麦”在完熟期过后地上总生物量呈现负增长;在灌浆期、完熟期阶段,叶片的生物量积累及总量直接影响到了饲草刈割后的品质含量,4 个品种间比较,“沙黄麦”叶片总生物量在灌浆期到完熟期阶段积累量达到最高,为 $312.51\ \text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ 。

表 2 不同时期各燕麦品种茎叶比和 R/S 分析

Table 2 Analysis of stem to leaf ratio and R to S ratio of tested varieties at different phenological periods

品种 Variety	因素 Factor	拔节期 JS	抽穗期 HS	灌浆期 FS	完熟期 FRS
欧歌	茎叶比	1.04ab	3.86b	3.96ab	4.12ab
Ogle	R/S	9.44A	3.52AB	3.09AB	3.11A
莫妮卡	茎叶比	1.22b	2.27a	4.65b	5.13b
Monida	R/S	9.03A	3.17A	2.03A	2.54A
骏马	茎叶比	0.86a	2.48a	3.53a	3.56a
Junm	R/S	10.13A	5.76B	4.40B	4.05B
沙黄麦	茎叶比	0.72a	2.32a	3.34a	3.38a
Shm	R/S	17.30B	4.13AB	3.79AB	3.69AB
SE1		0.31	0.57	0.57	0.34
SE2		3.23	0.28	1.54	0.29

注:在同一列中不同的小写字母表示不同品种的燕麦在相同物候期的茎叶比差异显著($P<0.05$),统计分析标准误差 SE1 表示;在同一列中不同的大写字母表示不同品种的燕麦在相同物候期的 R/S 差异显著($P<0.05$),统计分析标准误差 SE2 表示。

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significantly difference ($P<0.05$), standard error is denoted by SE1; Different uppercase letters in the same column indicate significantly difference ($P<0.05$), standard error is denoted by SE2.

2.4 不同物候期燕麦营养成分分析

牧草营养价值的高低是评价牧草品质的重要指标之一^[15],粗蛋白和粗纤维的含量是决定牧草营养品质的2个重要指标^[16-17]。如表3所示,本试验中4个品种燕麦的粗蛋白含量在5.3%~8.5%的范围内,粗脂肪的含量在1.20%~1.90%的范围内,无氮浸出物的含量在28%~49%范围内。4个品种随着成熟度的增加,粗蛋白的含量逐渐降低,在拔节期的粗蛋白含量均为最高,在灌浆期和完熟期较低。在生长后期(完熟期)粗蛋白含量无显著性差异($P>0.05$)。

NDF由半纤维素、纤维素和木质素组成,其表示饲料的体积,与家畜的干物质采食量呈负相关关系,与家畜的咀嚼时间呈正相关关系,它决定了家畜的饱腹感。ADF是由纤维素和木质素组成,与牧草的消化率之间呈负相关关系,两者是衡量燕麦草品质的重要指标^[18]。在本试验中,4个品种燕麦的中性洗涤纤维的含量在54%~64%的范围内,酸性洗涤纤维的含量在25%~40%的范围内;品种“莫妮卡”和“骏马”在拔节期和抽穗期中性洗涤纤维含量较高,而在完熟期,品种“沙黄麦”的中性洗涤纤维含量较其它3个品种高;品种“莫妮卡”和“欧歌”在拔节期和抽穗期的酸性洗涤纤维含量显著低于其它2个品种($P<0.05$),随着生育期的推进,在灌浆期和完熟期,这2个品种的酸性洗涤纤维含量则显著高于其

它2个品种($P<0.05$)。随着生育期的推进,4个燕麦品种的中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维的含量均表现出先增加后降低的趋势,这与吴亚楠等^[19]的研究结果一致,造成这种现象的原因可能是燕麦在完熟期后淀粉大量积累,且籽实干重占全株1/3左右^[20-21]。

3 讨论

燕麦草地是高寒地区较为理想的一年生人工草地,燕麦在牧区和半农半牧区大量种植,已成为高寒牧区冷季重要的饲草来源。在青海省东部农区,建立高产优质的燕麦草地、贮备冬季饲草对于草畜季节性失衡的问题具有重要的现实意义。

随着生育期推移,供试燕麦的茎叶比大多逐渐上升,这是因为在其发育过程中,叶片进行光合作用,光合产物由叶片转移到异化器官(主要是茎)中,茎的干物质积累速率高于叶的干物质积累速率,导致了整个营养体中茎所占比例逐渐增大,叶所占比例渐减小,这与吴亚楠^[19]的研究结果大致相同。本研究中,品种“沙黄麦”和“骏马”的茎叶比较其它2个品种低,说明这2个品种适口性可能更好,而李希来等^[20],刘刚等^[21]的研究也表明燕麦从拔节期-抽穗期-开花期-灌浆期,茎叶比逐渐增大。

燕麦饲草建植过程中产量受品种的遗传特性、栽培方法、气候条件等各种因子影响,在本试验中,

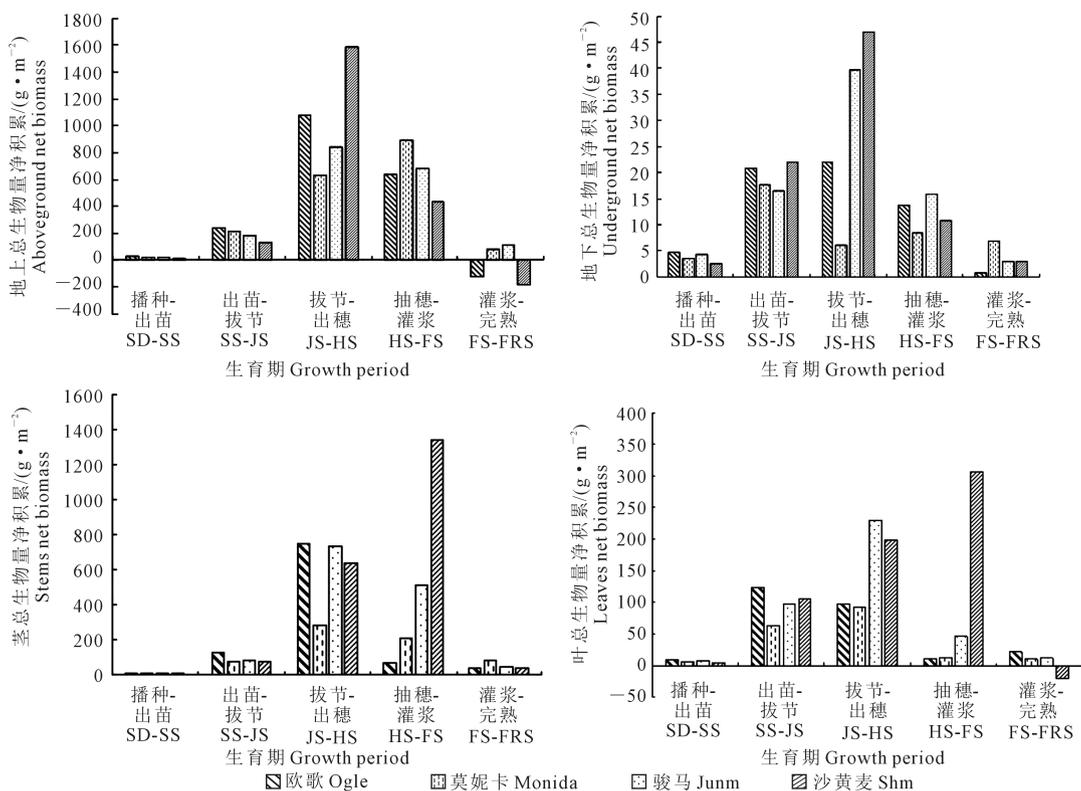


图1 不同生育期燕麦生物量净积累动态

Fig.1 Seasonal biomass dynamic of oat at different phenological periods

表 3 不同时期各燕麦品种营养成分分析

Table 3 Nutrient contents of four tested varieties at different phenological periods

生育时期 Growth stage	品种 Variety	粗蛋白 CP/%	粗脂肪 CF/%	无氮浸出物 NFE/%	中性洗涤纤维 NDF/%	酸性洗涤纤维 ADF/%
拔节期 JS	欧歌 Ogle	8.54a	1.25b	30.26c	54.65b	25.21b
	莫妮卡 Monida	8.21a	1.36b	36.95b	62.59a	30.69b
	骏马 Junma	6.23b	1.87a	39.68a	60.22a	35.48a
SE	沙黄麦 Shm	6.89b	1.31b	37.57b	56.62b	37.64a
		1.24	0.21	4.27	2.98	3.14
	欧歌 Ogle	6.44a	1.54ab	37.25b	60.29b	33.29b
抽穗期 HS	莫妮卡 Monida	6.57a	1.84a	43.68a	61.55a	34.58b
	骏马 Junma	5.31b	1.36b	48.35a	63.24a	39.54a
	沙黄麦 Shm	6.17a	1.51ab	39.27b	64.21a	36.25a
SE		0.58	0.24	3.48	2.19	3.47
	欧歌 Ogle	5.91b	1.48b	33.32b	59.32	36.35a
	莫妮卡 Monida	6.25a	1.85a	40.56a	62.25	38.36a
灌浆期 FS	骏马 Junma	6.11a	1.31b	41.25a	60.39	32.28b
	沙黄麦 Shm	5.67b	1.54b	28.25b	60.54	30.65b
		0.43	0.28	4.35	2.58	1.69
SE	欧歌 Ogle	6.15	1.54	35.21b	59.65ab	33.65a
	莫妮卡 Monida	6.09	1.51	39.54a	57.32b	34.51a
	骏马 Junma	5.97	1.47	38.56a	55.48b	30.29b
完熟期 FRS	沙黄麦 Shm	6.11	1.64	32.14b	61.21a	31.22b
		0.68	0.21	2.19	3.40	2.36

注:同列不同小写字母表示不同品种在 0.05 水平上差异显著 ($P < 0.05$)

Note: The different lowercase letters in the same column mean significant difference at $P < 0.05$.

燕麦品种的遗传特性是影响产量的主导因素。在拔节期,品种“欧歌”和“莫妮卡”的地上生物量较其它 2 个品种具有明显的优势,在抽穗期和灌浆期,品种“沙黄麦”的干物质产量则显著高于其它 3 个品种,且茎叶比最低,为 3.38,说明从草产量上来看,品种“沙黄麦”具有显著的优势。4 个品种燕麦的蛋白质含量范围在 5.31%~8.54%,中性洗涤纤维含量范围在 54%~65%,酸性洗涤纤维的含量范围在 30%~40% (除拔节期品种“欧歌”的酸性洗涤纤维的含量为 25.21% 外),按照燕麦干草质量分级^[19] (一级:粗蛋白含量 $\geq 10\%$,中性洗涤纤维 $\leq 49\%$,酸性洗涤纤维 $\leq 28\%$;二级:粗蛋白含量 $\geq 10\%$,中性洗涤纤维 $\leq 50\%$,酸性洗涤纤维 $\leq 28\%$;三级:粗蛋白含量 $\geq 10\%$,中性洗涤纤维 $\leq 53\%$,酸性洗涤纤维 $\leq 30\%$) 来评定,4 个品种燕麦品种在青海东部农区引种植后营养含量均较低,因此,亟待改善农艺措施以提高引进燕麦品种饲草质量。

参考文献:

- [1] 侯建杰,赵桂琴,焦婷,等. 6 个燕麦品种(系)在甘肃夏河地区的适应性评价[J]. 草原与草坪, 2013, 33(2):26-32.
- [2] 刘文英,周凤,杨瑞卿,等. 干旱胁迫对裸燕麦幼苗生长的影响[J]. 山西大同大学学报(自然科学版), 2013(4):53-55.
- [3] 张娜,赵宝平,郭若龙,等. 水分胁迫对不同抗旱性燕麦品种生理特性的影响[J]. 麦类作物学报, 2012, 32(1):150-156.
- [4] 王桂君,许振文,蒋秋花,等. 盐碱胁迫对燕麦种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 广东农业科学, 2014, 41(24):6-9.
- [5] 祁学东. 高寒牧区燕麦营养价值及其评价[J]. 畜牧兽医杂志, 2012, 31(4):100-101.

- [6] 徐向英,王岸娜,林伟静,等. 不同燕麦品种的蛋白质营养品质评价[J]. 麦类作物学报, 2012, 32(2):356-360.
- [7] 王桃,徐长林,姜文清,等. 高寒草甸区饲用燕麦品种营养价值综合评价研究[J]. 中国草地学报, 2010, 32(3):68-75.
- [8] 徐长林. 高寒牧区燕麦丰产栽培措施的研究[J]. 草业科学, 2003, 20(3):21-24.
- [9] 马雪琴,赵桂琴,龚建军. 高寒牧区播期和氮肥对燕麦生长特性的影响[J]. 草业科学, 2010, 27(7):63-67.
- [10] 周萍萍,赵军,颜红海,等. 播期、播种量与施肥量对裸燕麦籽粒产量及农艺性状的影响[J]. 草业科学, 2015, 32(3):433-441.
- [11] 巴雅尔塔,贾鹏,杨晓,等. 青藏高原高寒草甸组分花期物候对施肥响应[J]. 草业学报, 2010, 19(3):233-239.
- [12] 侯建杰,赵桂琴,焦婷,等. 不同含水量及晒制方法对燕麦青干草品质的影响[J]. 中国草地学报, 2014, 36(1):69-74.
- [13] 杨云贵,程天亮,杨雪娇,等. 3 个燕麦品种不同收获期对青贮饲草营养价值的影响[J]. 草地学报, 2013, 21(4):683-688.
- [14] 刘欢,慕平,许维诚,等. 10 种除草剂对裸燕麦田杂草的药效、燕麦产量及安全性影响[J]. 草原与草坪, 2015(2):1-8.
- [15] 董世魁,蒲小鹏,马金星,等. 甘肃天祝高寒地区燕麦品种生产性能评价[J]. 草地学报, 2001, 9(1):41-49.
- [16] 柴继宽,赵桂琴,师尚礼. 7 个燕麦品种在甘肃二阴区的适应性评价[J]. 草原与草坪, 2011, 31(2):1-6.
- [17] 王巍. 吉林省西部地区 21 个燕麦品种生产性能和营养价值评价[D]. 长春:东北师范大学, 2016.
- [18] 翟苗苗. 饲草燕麦在辽西半干旱地区的产量与品质效应研究[D]. 沈阳:辽宁大学, 2014.
- [19] 吴亚楠,李志强. 饲用燕麦不同生育期养分含量动态变化分析[J]. 中国奶牛, 2015(3):60-63.
- [20] 李希来,杨力军,张国胜,孙宝琛,王海波. 不同播量对燕麦生长发育的影响[J]. 中国草地学报, 2001, 23(3):26-28.
- [21] 刘刚. 青藏高原饲用燕麦种质资源评价与筛选[D]. 兰州:甘肃农业大学, 2006.