

刘淑霞,魏国江,孙宇峰,等. 黑龙江省大庆地区20个紫花苜蓿引种试验[J]. 江苏农业科学,2019,47(2):149-153.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.02.037

黑龙江省大庆地区20个紫花苜蓿引种试验

刘淑霞^{1,2}, 魏国江¹, 孙宇峰¹, 郭永霞², 郭梦桥¹, 王晓飞¹, 肖宇¹, 王广达², 关向军¹

(1. 黑龙江省科学院大庆分院, 黑龙江大庆 163319; 2. 黑龙江八一农垦大学, 黑龙江大庆 163319)

摘要:通过研究国内外20个紫花苜蓿品种在我国黑龙江省大庆地区种植的主要生产性能及适应性,为大庆盐渍化地区进行苜蓿的栽培种植提供优良品种。对引自国内外不同来源的20个苜蓿品种进行了2年的引种筛选试验,分析比较产草量、分枝数、茎叶比、越冬率、抗逆性、粗蛋白质含量和粗纤维含量,结果表明,龙牧803和龙牧806表现为干草产量高、质量好,适应性强,可以作为大庆当地主栽品种。肇东、斯贝德、敖汉、418Q、公农1号、巨能551、巨能耐盐、龙牧801、巨能7表现为产量较高、质量较好,可以作为当地搭配品种。

关键词:大庆地区;苜蓿;产草量;粗蛋白质;适应性

中图分类号: S541+.102.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)02-0149-04

《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》提出农业是全面建成小康社会和实现现代化的基础,要推动粮经饲统筹、农林牧渔结合、种养加一体发展,推广粮改饲和种养结合模式,发展农区畜牧业,提高畜禽、水产标准化规模化养殖水平^[1-3]。黑龙江省作为我国重要的畜牧大省,对牧草的需求量也很大,同时大庆地处黑龙江西部,地广人稀,土壤盐渍化,种植粮食作物在质量和产量上均会受到不同程度的影响。紫花苜蓿本身具有改良盐渍化土壤的作用,在黑龙江省大庆地区种植优良的紫花苜蓿,不仅能起到改良土壤的作用,还能满足本地区对牧草的需求。本研究旨在为大庆盐渍化土壤筛选出适宜种植的高产、优质、高效的苜蓿品种,通过对产草量、分枝数、茎叶比、越冬率、粗蛋白质含量和粗纤维含量进行分析比较,筛选出适合本地区种植的主栽品种和搭配品种,为发展该区畜牧业发展提供理论依据和物质基础。

1 材料与与方法

1.1 试验地概况

本试验在黑龙江省中西部的大庆市让胡路区星火牧场试验种植基地进行^[4],该地区属于中国八大土地盐渍化区中的东北半湿润-半干旱草原-草甸盐渍化,以苏打盐渍化土为主,是中国土地盐渍化较严重的地区之一^[5]。位于黑龙江省中西部,地理位置为45°46'~46°55'N、124°19'~125°12'E,属大陆性季风气候。试验区光照充足,四季温差较大,降水量偏少,年平均降水量为400 mm左右,有效积温2 600℃左右,无霜期143 d左右,春季多大风干旱。大庆市试验地前茬为玉米,土壤含碱解氮221.30 mg/kg、速效磷16.90 mg/kg、速

效钾101.50 mg/kg、有机质7.32%,pH值为8.05。

1.2 试验材料

供试的苜蓿品种国内9份,国外11份,共计20份,详见表1。

表1 供试苜蓿种子基本性状

品种名称	产地	品种来源
斯贝德	加拿大	黑龙江八一农垦大学牧草实验室
巨能2	美国	黑龙江蓬勃牧草有限公司
巨能551	美国	黑龙江蓬勃牧草有限公司
巨能耐湿	美国	黑龙江蓬勃牧草有限公司
WL319HQ	美国	黑龙江蓬勃牧草有限公司
巨能7	美国	黑龙江蓬勃牧草有限公司
DRYland	美国	黑龙江蓬勃牧草有限公司
巨能耐盐	美国	黑龙江蓬勃牧草有限公司
4010	加拿大	黑龙江蓬勃牧草有限公司
418Q	美国	黑龙江八一农垦大学牧草实验室
龙牧803	中国黑龙江	黑龙江省畜牧研究所
龙牧801	中国黑龙江	黑龙江省畜牧研究所
龙牧806	中国黑龙江	黑龙江省畜牧研究所
肇东	中国黑龙江	黑龙江省畜牧研究所
公农1号	中国吉林	黑龙江省畜牧研究所
敖汉	中国内蒙古	黑龙江省畜牧研究所
驯鹿	加拿大	黑龙江省畜牧研究所
甘农3号	中国甘肃	黑龙江省畜牧研究所
中苜1号	中国北京	黑龙江省畜牧研究所
草原1号	中国内蒙古	黑龙江省畜牧研究所

1.3 田间试验设计和田间管理

2015年6月10日进行田间播种,采用随机区组排列,每个品种设置3次重复,小区面积为12 m²(4 m×3 m),小区间距为1 m,1 hm²播种15 kg苜蓿种子,小区内条播,行间距为20 cm。进行统一的田间管理,播种前进行灌溉增加底墒,播后镇压,每年分枝期和初花期分别灌水(透灌)1次,人工除草3次。

1.4 测定项目和方法

1.4.1 供试20个紫花苜蓿种子基本情况测定 发芽率:选取大小和色泽一致、饱满的紫花苜蓿种子100粒,放置在平铺

收稿日期:2017-12-07

基金项目:黑龙江省基本科研业务费专项(编号:ZNBZ2017DQ03);

黑龙江省大庆市指导性科技计划(编号:ZD-2016-123)。

作者简介:刘淑霞(1982—),女,河南平顶山人,博士,副研究员,从事作物栽培学与耕作学研究。Tel:(0459)8998827;E-mail:258426121@qq.com。

通信作者:关向军,研究员,从事作物栽培和育种研究。E-mail:123722665@qq.com。

有3层定性滤纸、直径为9 cm的玻璃培养皿中,加10 mL的蒸馏水(dH₂O),每个品种设置3次重复,置于人工气候培养箱中,温度为25℃,光照16 h、黑暗8 h交替出现的条件下进行培养。培养5 d后统计种子的发芽率。发芽率=5 d正常发芽种苗数/供试种子数×100%。

清洁率:每个紫花苜蓿品种随机取样5 g,查出破碎籽粒和杂质后称质量。重复3次,计算种子的清洁率。

千粒质量:每个紫花苜蓿品种随机数出1 000粒种子,重复3次,分别称质量,求其平均值即为种子的千粒质量。

1.4.2 生长性状及产量测定 根据大庆地区的实际情况,20个苜蓿品种在2015年进行2次初花期刈割,2016年进行3次初花期刈割。刈割标准为50%以上试验品种进入初花期,刈割留茬5 cm。

株高:刈割前每个小区随机选取具有代表性的10株紫花苜蓿进行株高测定(地面至植株顶端垂直距离)^[6-7],计算同一年内n次刈割时紫花苜蓿的平均株高。

鲜草量:选取具有代表性的1 m²紫花苜蓿进行刈割,刈割后立即称质量,测得鲜草产量(kg/m²),计算同一年内n次刈割时紫花苜蓿的平均鲜草量。

干草量:将测鲜草量用的样品带回实验室105℃15 min杀青后,65℃烘干后称质量^[8],计算同一年内n次刈割时紫花苜蓿的平均干草量。

种子产量:2016年每个小区在刈割时均留下3 m²作为种子测产地,待种子成熟后选取1 m²单独收获测产。

茎叶比:每次测定鲜草产量后随机抽取1.5 kg左右鲜草,将茎叶全部分开后,分别称取茎、叶质量,计算茎叶比,计算同一年内n次刈割时紫花苜蓿茎叶比的平均值。茎叶比=叶质量/(叶质量+茎质量)×100%。

越冬率:2015年10月25日,每小区随机选1 m²测定入冬前植株数;2016年5月10日返青后,再次统计该小区植株数。按下面公式计算越冬率:越冬率=返青植株数/越冬前植株数×100%。

粗蛋白质和粗纤维含量测定:在各品种开花初期,按“对角线”法随机取样混合均匀,在105℃条件下杀青10 min,再在65℃条件下烘干并制得草粉。采用凯氏定氮法测定各个样品的粗蛋白质含量,同时采用酸碱法测定粗纤维含量^[9]。

叶长、叶宽、花色、种子颜色、螺旋数、茎粗和分枝数等生物学性状的测定参照洪绶曾的方法^[9]。

1.5 数据的统计分析

试验数据在Excel中作基本处理,采用DPS 7.05进行显著性方差分析。

2 结果与分析

2.1 供试苜蓿种子的基本情况

各个苜蓿品种的种子清洁率、发芽率和千粒质量的测定结果见表2。供试的国内外紫花苜蓿种子的千粒质量均在1.74~2.50 g之间;除龙牧806外,发芽率均在75%及以上。国外种子的清洁率普遍高于国内的种子。

2.2 不同品种的生育状况及其越冬率

2015年6月10日进行田间播种,供试的各个苜蓿品种基本上都在播后7 d出苗,整体出苗状况较好,出苗率普遍在

表2 供试苜蓿种子基本性状

品种名称	千粒质量(g)	清洁率(%)	发芽率(%)
斯贝德	2.05	97.8	96.3
巨能2	2.50	99.3	94.3
巨能551	2.49	98.7	90.7
巨能耐湿	2.18	96.2	92.3
WL319HQ	2.17	99.5	94.0
巨能7	2.29	100.0	93.7
DRYland	2.19	99.3	95.7
巨能耐盐	2.31	98.1	95.3
4010	2.03	98.7	97.0
418Q	2.28	98.8	93.3
龙牧803	2.10	90.1	89.7
龙牧801	2.18	83.7	89.3
龙牧806	1.77	98.7	63.7
肇东	2.07	83.9	75.0
农农1号	2.12	99.2	85.0
敖汉	2.24	96.4	87.3
驯鹿	1.74	99.1	83.7
甘农3号	1.97	98.8	86.0
中苜1号	2.10	96.7	90.0
草原1号	1.97	97.6	80.0

85%以上。现蕾期集中分布在7月20—26日,8月2—5日达到初花期并进行第1次刈割,于9月底进行第2次刈割,10月底苜蓿品种进入枯黄期。

2016年5月10日左右返青,供试的各个苜蓿品种的越冬率均在80%以上。越冬率以龙牧803苜蓿和肇东苜蓿为最好,达100%。国内品种的越冬率为87%~100%,国外品种越冬率为81%~86%,国内品种普遍高于国外品种,显示国内品种具有明显高的适应性(表3)。供试的各个苜蓿品种第1茬现蕾期集中在6月8日左右,初花期在6月15日左右;第2茬现蕾期集中在7月12日左右,初花期在7月20日左右;第3茬现蕾期集中在9月15日左右,初花期在9月22日左右。由于试验基地有霜冻的出现,供试的各个苜蓿品种在10月23日进入枯黄期。

2.3 不同苜蓿品种的产草量和种子产量

由表3可知,在供试的20个苜蓿品种鲜草产量中龙牧803(2.25 kg/m²)、中苜1号(2.25 kg/m²)、418Q(2.15 kg/m²)、巨能551(2.06 kg/m²)、龙牧801(2.05 kg/m²)、龙牧806(1.99 kg/m²)、巨能7(1.98 kg/m²)、4010(1.97 kg/m²)、草原1号(1.94 kg/m²)、WL319HQ(1.91 kg/m²)、肇东(1.91 kg/m²)和巨能耐盐(1.90 kg/m²)这12个品种的鲜草量显著高于其他品种;驯鹿最低,鲜草量值为1.33 kg/m²。干草产量最高的是龙牧803,为1.45 kg,其次为龙牧806,第三为驯鹿、肇东,第四为斯贝德,之后为敖汉、418Q、农农1号和巨能551。龙牧803和龙牧806与其他品种相比增产皆显著;肇东(0.89 kg/m²)、斯贝德(0.86 kg/m²)、敖汉(0.83 kg/m²)、418Q(0.82 kg/m²)、农农1号(0.80 kg/m²)和巨能551(0.78 kg/m²)这6个品种之间不显著,但显著高于DRYland(0.65 kg/m²)、中苜1号(0.65 kg/m²)、巨能2(0.64 kg/m²)、巨能耐湿(0.62 kg/m²)和甘农3号(0.62 kg/m²)。

表3 2015—2016年不同苜蓿品种越冬率及产量

品种	越冬率 (%)	鲜草产量(kg/m ²)			干草产量(kg/m ²)			种子产量 (kg/hm ²)
		2015年	2016年	平均值	2015年	2016年	平均值	
斯贝德	86	1.76 ± 0.14c	1.89 ± 0.21b	1.82 ± 0.07ab	0.85 ± 0.13c	0.87 ± 0.10b	0.86 ± 0.19b	499.5 ± 3.64a
巨能2	83	1.77 ± 0.26c	1.67 ± 0.03b	1.72 ± 0.13ab	0.82 ± 0.11c	0.45 ± 0.23b	0.64 ± 0.17c	417.0 ± 5.69c
巨能551	84	2.25 ± 0.25ab	1.87 ± 0.09b	2.06 ± 0.11a	1.08 ± 0.15bc	0.47 ± 0.04b	0.78 ± 0.27b	490.5 ± 8.46a
巨能耐湿	83	1.69 ± 0.01c	1.53 ± 0.14bc	1.61 ± 0.23b	0.80 ± 0.37c	0.44 ± 0.15b	0.62 ± 0.18c	378.0 ± 6.57d
WL319HQ	82	2.07 ± 0.15b	1.74 ± 0.20b	1.91 ± 0.31a	0.99 ± 0.21bc	0.43 ± 0.10b	0.71 ± 0.12bc	508.5 ± 6.59a
巨能7	81	2.10 ± 0.19b	1.85 ± 0.25b	1.98 ± 0.09a	0.96 ± 0.32bc	0.47 ± 0.11b	0.72 ± 0.10bc	396.0 ± 7.01c
DRYland	82	1.69 ± 0.23c	1.86 ± 0.15b	1.77 ± 0.01ab	0.78 ± 0.24c	0.52 ± 0.05b	0.65 ± 0.13c	385.5 ± 2.50d
巨能耐盐	83	2.12 ± 0.04b	1.69 ± 0.18b	1.90 ± 0.22a	1.03 ± 0.22bc	0.46 ± 0.09b	0.75 ± 0.04bc	406.5 ± 6.54c
4010	81	2.16 ± 0.16b	1.78 ± 0.32b	1.97 ± 0.19a	0.97 ± 0.04bc	0.47 ± 0.03b	0.72 ± 0.11bc	384.0 ± 6.06d
418Q	86	2.57 ± 0.18a	1.72 ± 0.21b	2.15 ± 0.10a	1.19 ± 0.09bc	0.45 ± 0.11b	0.82 ± 0.15b	364.5 ± 6.51e
龙牧803	100	2.19 ± 0.20b	2.31 ± 0.23a	2.25 ± 0.17a	1.75 ± 0.21a	0.54 ± 0.02ab	1.45 ± 0.18a	433.5 ± 6.24b
龙牧801	95	1.67 ± 0.34c	2.44 ± 0.11a	2.05 ± 0.05a	0.89 ± 0.14c	0.61 ± 0.01a	0.75 ± 0.05bc	454.5 ± 5.28b
龙牧806	96	2.31 ± 0.27ab	1.68 ± 0.15b	1.99 ± 0.33a	1.82 ± 0.21a	0.47 ± 0.04b	1.15 ± 0.20a	446.0 ± 3.03b
肇东	100	2.02 ± 0.11b	1.79 ± 0.18b	1.91 ± 0.26a	1.32 ± 0.21b	0.46 ± 0.15b	0.89 ± 0.08b	447.0 ± 4.09b
公农1号	87	1.89 ± 0.30c	1.59 ± 0.23b	1.74 ± 0.22ab	1.18 ± 0.11bc	0.42 ± 0.17b	0.80 ± 0.11b	411.0 ± 6.28c
敖汉	89	2.30 ± 0.25ab	0.93 ± 0.26c	1.62 ± 0.18b	1.39 ± 0.17b	0.26 ± 0.01c	0.83 ± 0.18b	426.0 ± 6.37bc
驯鹿	86	1.36 ± 0.18cd	1.31 ± 0.07bc	1.33 ± 0.09c	1.40 ± 0.02b	0.38 ± 0.06b	0.89 ± 0.16b	414.0 ± 5.38c
甘农3号	91	1.60 ± 0.10c	1.86 ± 0.13b	1.73 ± 0.11ab	0.74 ± 0.11c	0.49 ± 0.07b	0.62 ± 0.07c	397.5 ± 6.22c
中苜1号	90	2.37 ± 0.23ab	2.12 ± 0.27a	2.25 ± 0.05a	0.79 ± 0.02c	0.50 ± 0.11ab	0.65 ± 0.11c	409.5 ± 5.37c
草原1号	89	2.14 ± 0.37b	1.73 ± 0.22b	1.94 ± 0.16a	1.00 ± 0.09bc	0.42 ± 0.08b	0.71 ± 0.05bc	433.5 ± 4.02b

注:表中数据为3次重复的“平均值±标准差”,采用Duncan's新复极差法进行差异显著分析,同列数据后不同字母表示在0.05水平上差异显著。下表同。

WL319HQ的种子产量为508.5 kg/hm²,斯贝德为499.5 kg/hm²,巨能551为490.5 kg/hm²,显著高于龙牧801(454.5 kg/hm²)、肇东(447.0 kg/hm²)、龙牧806(446.0 kg/hm²)、龙牧803(433.5 kg/hm²)、草原1号(433.5 kg/hm²)、敖汉(426.0 kg/hm²)。

2.4 不同苜蓿品种生物性状

从表4可以看出,引进的20个苜蓿品种的株型多数为直立或较直立;所有品种的花主要是紫色,部分品种混有浅紫色或者白色;叶片大小不等,没有明显差异性;荚果均为螺旋形,均在1~4转之间,种子的颜色为黄色或黄褐色。供试的20个苜蓿品种中2015年和2016年2年的平均株高以苜蓿品种龙牧803为第一,为72.62 cm;第二是DRYland(70.79 cm),第三是418Q(70.49 cm),第四为巨能7(69.66 cm),第五为斯贝德(68.57 cm),第六为草原1号(66.19 cm),第七为肇东(65.49 cm),第八为巨能551(65.28 cm),第九为4010(65.13 cm),第十为巨能耐盐(64.87 cm),第十一为龙牧806(64.14 cm),以上11个品种差异不显著,排名前5的品种与其余品种差异显著。中苜1号、WL319HQ、龙牧801、巨能耐湿、公农1号、巨能2、甘农3号7个品种间株高差异不显著,但均与驯鹿、敖汉差异显著。驯鹿、敖汉的株高最低。供试20个品种的茎粗范围为30~37 mm,叶长范围为2.00~2.56 cm,叶宽范围为1.21~1.52 cm,分枝数范围为3~7个,茎叶比范围为1.46~1.84。

2.5 不同苜蓿品种粗蛋白质和粗纤维含量

由表5可知,供试的20个苜蓿品种的粗蛋白质含量均在14%~20%之间,其中斯贝德、WL319HQ、418Q、公农1号、中苜1号、龙牧806、肇东、敖汉、巨能耐湿、巨能7、龙牧803、甘农3号、草原1号14个品种粗蛋白质含量较高,高于巨能

551、驯鹿、DRYland、龙牧801、巨能2和巨能耐盐。

供试的20个苜蓿品种的粗纤维的含量均在13%~17%之间。粗纤维含量较高的有斯贝德、WL319HQ和公农1号,显著高于苜蓿品种4010(13.53%),与其他供试的16个苜蓿品种的粗纤维含量不存在显著差异性。

3 讨论与结论

3.1 不同紫花苜蓿品种的适应性变化

引种不但要考虑所引进品种的适应性、丰产性、营养价值 and 饲用价值,还要注意与种植技术和饲养配套结合,不能进行盲目的引种^[10-13]。黑龙江省是畜牧大省,随着种植业和养殖业等产业结构的调整,苜蓿作为重要的畜牧种植作物,采用因地制宜引种、多品种搭配互补的原则,并且兼顾经济效益和生态效益,坚持科学试验与示范推广相结合,应用配套栽培技术,最后实现高产稳产^[14-18]。

越冬率是紫花苜蓿体现自身抗寒性、持久性以及适应性的关键指标,也是进行紫花苜蓿引种试验所要考虑的重要因素。本研究的结果表明,引进的国内品种比国外品种具有较高的越冬率,但均能在黑龙江大庆地区越冬。国内品种的越冬率在87%~100%,国外品种越冬率为81%~86%,国内品种高于国外品种,表明国内品种具有明显高的适应性。

3.2 不同紫花苜蓿产量和营养品质的变化

紫花苜蓿的产草量是衡量紫花苜蓿经济价值、种植效益的重要指标,所以紫花苜蓿的产草量越高,经济效益越高;而紫花苜蓿品质的衡量标准主要是粗蛋白质含量以及纤维素含量^[19]。在紫花苜蓿的实际生产中,紫花苜蓿的产量和品质指标达到最佳综合平衡点时就是收获的最佳时期,即是紫花苜蓿的初花期,此时收获的紫花苜蓿不仅适口性好,产量和品质

表4 不同苜蓿品种生物学性状调查结果

品种	株型	平均株高 (cm)	茎粗 (mm)	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	花色	螺旋数 (转)	种子颜色	分枝数 (个)	茎叶比
斯贝德	直立或斜上	68.57 ± 0.15a	33	2.55	1.23	紫色	2~3	黄色	6	1.56
巨能2	较直立	59.43 ± 0.21b	32	2.34	1.43	紫色	1~3	黄色	3	1.53
巨能551	较直立	65.28 ± 0.32ab	33	2.17	1.32	紫色	1~3	黄色	5	1.57
巨能耐湿	较直立	61.13 ± 0.11b	35	2.00	1.41	紫色	1~3	黄色	4	1.49
WL319HQ	直立	62.77 ± 0.06b	34	2.10	1.52	紫色	1~3	黄色	5	1.46
巨能7	直立	69.66 ± 0.17a	36	2.02	1.29	紫色	1~3	黄色	7	1.59
DRYland	较直立	70.79 ± 0.30a	34	2.34	1.36	紫色	1~3	黄色	6	1.73
巨能耐盐	直立	64.87 ± 0.15ab	36	2.45	1.31	紫色	1~3	黄色	8	1.84
4010	较直立	65.13 ± 0.26ab	31	2.56	1.23	紫色	1~3	黄褐色	5	1.76
418Q	较直立	70.49 ± 0.33a	37	2.41	1.30	紫色	1~3	黄色	4	1.69
龙牧803	较直立	72.62 ± 0.14a	33	2.53	1.33	紫色	1~3	黄色	6	1.74
龙牧801	较直立	62.49 ± 0.21b	34	2.34	1.37	紫色	2~3	黄色	6	1.68
龙牧806	直立	64.14 ± 0.12ab	35	2.40	1.32	紫色	2~3	黄色	7	1.54
肇东	较直立	65.49 ± 0.10ab	31	2.36	1.29	浅紫、深紫和紫	2~3	黄褐色	6	1.75
公农1号	半直立	59.44 ± 0.29b	32	2.51	1.27	紫色为主,浅紫或白	3	黄色	5	1.79
敖汉	较直立	47.37 ± 0.15c	33	2.42	1.21	浅紫色	2~3	黄色	6	1.63
驯鹿	较直立	54.63 ± 0.23c	31	2.39	1.32	紫色	2~3	黄色	5	1.71
甘农3号	直立	59.17 ± 0.18b	35	2.26	1.25	紫色	1~3	黄褐色	6	1.59
中苜1号	直立	63.22 ± 0.20b	34	2.43	1.22	浅紫和紫色	2~3	黄色	6	1.54
草原1号	直立或斜上	66.19 ± 0.31ab	30	2.21	1.39	紫色和紫黄绿为主	1~4	黄色	7	1.67

表5 20个苜蓿品种干草粗蛋白质和粗纤维含量

品种	粗蛋白质含量 (%)	粗纤维含量 (%)
斯贝德	19.95a	16.37a
巨能2	15.59c	15.42ab
巨能551	17.93b	15.71ab
巨能耐湿	18.56a	15.13ab
WL319HQ	19.63a	16.24a
巨能7	18.37ab	15.85ab
DRYland	17.51b	15.47ab
巨能耐盐	14.39c	15.43ab
4010	18.70ab	13.53b
418Q	19.08a	15.64ab
龙牧803	18.27ab	15.33ab
龙牧801	17.39b	15.69ab
龙牧806	18.94a	15.98ab
肇东	18.88a	15.67ab
公农1号	19.02a	16.03a
敖汉	18.78a	15.60ab
驯鹿	17.56b	15.86ab
甘农3号	18.11ab	15.78ab
中苜1号	18.98a	15.63ab
草原1号	18.09ab	15.74ab

也达到最佳综合平衡点^[20-22]。

本研究在初花期进行了鲜草产量、干草产量、粗纤维和粗蛋白质含量的测定,结果表明,龙牧803和龙牧806表现优良,可以作为黑龙江大庆地区的主栽品种。肇东、斯贝德、敖汉、418Q、公农1号、巨能551、巨能耐盐、龙牧801、巨能7的产量较高,质量较好,可以作为当地搭配品种。本研究的数据是2年试验后得出的,因此,所有引进的苜蓿品种须要作进一步的适应性试验和筛选,才能最大限度挖掘和提高优良苜蓿品种的潜力,达到更广泛地应用于生产。

参考文献:

- [1]康爱民,龙瑞军,师尚礼,等. 苜蓿的营养与饲用价值[J]. 草原与草坪,2002(3):31-33.
- [2]高雅,林慧龙. 草业经济在国民经济中的地位、现状及其发展建议[J]. 草业学报,2015,24(1):141-157.
- [3]刘玉凤,王明利,石自忠,等. 我国苜蓿产业技术效率及科技进步贡献分析[J]. 草业科学,2014,31(10):1990-1997.
- [4]朱新强,王晓力,王春梅,等. 甘肃省苜蓿种植现状及成本收益分析[J]. 中国草食动物科学,2014,34(6):63-67.
- [5]刘贤,韩鲁佳. 不同添加剂对苜蓿青贮饲料品质的影响[J]. 中国农业大学学报,2004,9(3):25-30.
- [6]刘淑霞,关向军,徐海军,等. 20个紫花苜蓿品种在大庆地区的生长差异性研究[J]. 畜牧兽医科技信息,2016(6):15-16.
- [7]张鹤山,陈明新,王凤,等. 18个紫花苜蓿品种苗期抗旱性综合评价[J]. 江苏农业科学,2012,40(3):168-171.
- [8]Mouradi M, Bouzigaren A, Farissi M, et al. Osmopriming improves seeds germination, growth, antioxidant responses and membrane stability during early stage of Moroccan alfalfa populations under water deficit[J]. Chilean journal of agricultural research, 2016, 76(3): 265-272.
- [9]洪绶曾. 苜蓿科学[M]. 北京:中国农业出版社. 2009.
- [10]赵海明,谢楠,刘贵波,等. 紫花苜蓿品种在河北低平原区的引进筛选试验研究[J]. 中国草地学报,2006,28(3):16-20.
- [11]张小英,卫智军,陈立波,等. 四个紫花苜蓿品种对秋冬低温条件的生理适应性[J]. 中国草地学报,2008,30(3):48-51.
- [12]刘东霞,刘贵河,杨志敏. 种植及收获因子对紫花苜蓿干草产量和茎叶比的影响[J]. 草业学报,2015,24(3):48-57.
- [13]方珊珊,孙启忠,闫亚飞,等. 45个苜蓿品种休眠级初步评定[J]. 草业学报,2015,24(11):247-255.
- [14]蔡海霞,杨浩哲,王跃卿,等. 刈割对紫花苜蓿草产量和品质的影响[J]. 中国草食动物科学,2013(2):66-69.

权金盼,李玉妹,龙宏艳,等. 链霉菌 B221 与地衣芽孢杆菌 NJU-1411-1 固体发酵废弃羊毛角蛋白工艺优化和工业化产品分析[J]. 江苏农业科学,2019,47(2):153-156.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.02.038

链霉菌 B221 与地衣芽孢杆菌 NJU-1411-1 固体发酵废弃羊毛角蛋白工艺优化和工业化产品分析

权金盼,李玉妹,龙宏艳,冯抗抗,王睿勇

(南京大学生命科学院,江苏南京 210023)

摘要:采用地衣芽孢杆菌 NJU-1411-1 和链霉菌 B221,通过固体发酵降解羊毛角蛋白,研究培养基含水量、培养基初始 pH 值、发酵温度、发酵周期等发酵条件的优化。结果表明,2 株菌的最佳固体发酵工艺条件相同,培养基起始含水量为 15 mL/10 g 羊毛粉,培养基最佳起始 pH 值为 8~9,最适发酵温度为 40 ℃,发酵周期为 5 d。工业化发酵产品的氨基酸含量、体外消化率、动物消化率等方面研究结果表明,发酵产品的氨基酸含量为 52.34%;发酵后体外消化率由 67.44% 提高至 82.20%;动物体内消化率达到 85.43%。这些结果表明发酵角蛋白产品作为饲料蛋白添加剂完全可行,可用于替代或部分替代鱼粉、豆粕等蛋白饲料原料。

关键词:羊毛角蛋白;微生物降解;固体发酵;工艺优化;工业化产品;动物消化率

中图分类号: S182;X172 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)02-0153-04

在现代农业中,大规模的畜禽养殖产生了大量废弃物,其中包括动物的毛发、蹄、羽毛等。这些废弃物富含角蛋白,粗蛋白含量高达 80% 以上,含有丰富的苏氨酸、色氨酸、组氨酸、胱氨酸等氨基酸,还含有常量元素、微量元素及未知生长因子^[1]。角蛋白中所含的胱氨酸更是天然蛋白饲料之冠,可以满足一部分动物对胱氨酸的需要,是一种良好的、可替代或部分替代鱼粉的饲料蛋白来源,对它的开发利用具有重要应用前景:一方面可以解决当前饲料工业中蛋白资源不足;另一方面又可解决环境污染问题。

对角蛋白资源的开发利用历来为人们所关注。传统方法主要是利用物理和化学方法将其降解,目前在国内最常用的技术有高温水解法和膨化法,而国外则主要采用高温水解法。但这些方法存在能耗高、环境污染严重、经济效益不高等问题,

同时对氨基酸组成改善也很有限,Wang 等认为,水解处理可在一定程度上提高羽毛粉的消化率,但也使一部分必需氨基酸如赖氨酸、蛋氨酸和色氨酸丢失,并引发一些非营养价值氨基酸的形成^[2-3]。由于传统方法存在许多不足,利用生物技术途径来解决羽毛角蛋白的分解利用越来越受到关注。其主要优点有:(1)微生物和角蛋白酶可作用于角蛋白改变其结构,从而降低它对动物消化酶的抗性。(2)处理过程中产生的菌体蛋白可以加强角蛋白产品的营养价值。用微生物处理过的角蛋白产品中赖氨酸、蛋氨酸和精氨酸含量比未处理要高,这说明不仅角蛋白可以作为蛋白来源,微生物菌体也可有同样的效果。(3)对环境友好,有利于在无污染条件下发展畜牧业。

笔者所在实验室长期致力于羽毛角蛋白的生物技术利用途径研究,取得了相关研究进展^[4-6];同时在与企业合作过程中,发现羊毛废弃物的生物技术利用途径开发值得关注。本研究以羊毛废弃物为原料,开展了角蛋白降解菌固体发酵羊毛废弃物的工艺优化,并与江苏省农业科学院合作,对获得的工业化发酵产品进行了氨基酸含量、可溶性蛋白质含量、体外消化率、动物消化率等方面的性质研究,旨在为利用生物技术方法开发利用羊毛废弃物角蛋白资源奠定基础。

收稿日期:2018-05-15

基金项目:江苏省科技支撑计划(编号:BE2008405);国家自然科学基金(编号:30571354)。

作者简介:权金盼(1992—),女,山东淄博人,硕士研究生,主要从事环境微生物学研究。E-mail:quanjp@163.com。

通信作者:王睿勇,教授,主要从事应用与环境微生物学研究。E-mail:wangry@nju.edu.cn。

[15] 王彦华,王成章,李德锋,等. 播种量和品种对紫花苜蓿植株动态变化、产量及品质的影响[J]. 草业学报,2017,26(2):123-135.

[16] 孙万斌,马晖玲,侯向阳,等. 20 个紫花苜蓿品种在甘肃两个地区的生产性能及营养价值综合评价[J]. 草业学报,2017,26(3):161-174.

[17] 陈萍,符林森,陈林. 不同灌溉量对紫花苜蓿生长和品质的影响[J]. 家畜生态学报,2011,32(5):43-47.

[18] 屈皖华,李志刚,李健. 施用有机物料对沙化土壤碳氮含量、酶活性及紫花苜蓿生物量的影响[J]. 草业科学,2017,34(3):456-464.

[19] 毛新平,刘彦,赵国良,等. 13 个紫花苜蓿品种对滴灌模式的适应性[J]. 草业科学,2017,34(5):1049-1056.

[20] 彭岚清,李欣勇,齐晓,等. 紫花苜蓿品种根部特性与持久性和生物量的关系[J]. 草业学报,2014,23(2):147-153.

[21] 霍海丽,王琦,张恩和,等. 灌溉和施磷对紫花苜蓿干草产量及营养成分的影响[J]. 水土保持研究,2014,21(1):117-121,126.

[22] 王小山,朱平华,鲍国成,等. 盐碱胁迫对紫花苜蓿根、茎和叶重要养分离子平衡的影响[J]. 江苏农业科学,2013,41(7):190-195.