

赤峰巴林左旗典型草原针茅属牧草最适收获期研究

王伟¹,周天荣¹,孙林²,贾玉山³,格根图^{3*}

(1. 呼伦贝尔学院农林学院,内蒙古 呼伦贝尔 021008;2. 内蒙古农牧业科学院,内蒙古 呼和浩特 010019;3. 内蒙古农业大学草原与资源环境学院,内蒙古 呼和浩特 010018)

摘要:通过研究不同收获期针茅属牧草营养物动态的变化,为针茅属牧草适时收获提供理论参考。试验以赤峰巴林左旗典型草原针茅(*Stipa grandis*)为原料,通过研究不同收获期对针茅属牧草营养含量变化的影响,利用最优母序列分析不同收获期的综合指标,筛选赤峰巴林左旗针茅属牧草的最适收获期。结果显示:相比其他收获时间,8月20日收获针茅属牧草的粗蛋白质和可溶性碳水化合物含量最高,粗蛋白含量为6.36%,可溶性糖含量为4.06%,高于其他收获期,中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维含量适中,8月20日与针茅属牧草营养价值关联度最大,为0.96。综合分析后发现,8月20日为巴林左旗典型草原针茅属牧草的适宜收获期,此时针茅属牧草含有较高的营养价值。

关键词:典型草原;针茅属;营养价值;收获期

中图分类号:S812 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2022)06-0122-06

DOI:10.13817/j.cnki.cyycp.2022.06.016



天然牧草在成熟过程中,通过光合作用会不断地积累体内的营养物质,呼吸作用和其他的生命活动则会消耗所产生的营养物质,这就造成天然牧草在形态和生理功能上产生一系列的变化^[1]。由于天然牧草生长环境的特殊性,牧草在不同时间收获时会产生不同的差异^[2]。针茅作为天然牧草群落中重要的牧草种类,在内蒙古赤峰地区的产量巨大,适时收获后的针茅无籽实,家畜可食,扩大了牧草饲料来源,极大地促进了当地草产业发展^[3]。孙林^[4]研究结果表明,若收

获不及时,针茅所产生的狼针(芒)将会严重影响当地天然牧草的营养价值和利用率。王晓莉等^[5]研究表明,针茅属牧草不但影响家畜采食量,还会影响家畜皮毛质量,刺伤家畜的口腔黏膜,刺穿皮毛,更有严重者,会危及家畜的生命安全。刘美玲等^[6]研究指出,针茅在未结实之前,具有较高的营养价值,若合理利用,会为家畜提供较高的营养供给。因此,确定针茅的适时收获期对于天然牧草利用、家畜食用安全和当地产业发展具有重要意义。

目前,对于针茅的研究主要集中在针茅属牧草的物种多样性^[7]、功能性状^[8]和留茬高度^[9]上,对于针茅的最适收获期研究报道较少。因此,本研究旨在探讨不同收获期对针茅属牧草营养含量的影响,为针茅作为牧草利用提供基础数据。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验地位于内蒙古自治区赤峰市巴林左旗查干哈达苏木,大兴安岭东南山前丘陵,属于温带大陆性季风气候,年平均降水量为381.2 mm,年平均气温为

收稿日期:2021-09-22;**修回日期:**2022-01-17

基金项目:国家牧草产业技术体系(CARS-35);内蒙古自治区博士基金(2021BS03021);内蒙古自治区教育厅课程思政建设专项(ZSZX21 279);呼伦贝尔学院博士基金(2020BS08);呼伦贝尔学院校级自然科学重点项目(2020 ZKZD05)

作者简介:王伟(1989-),内蒙古锡林郭勒盟人,博士,讲师,主要从事牧草加工与贮藏研究。

E-mail:184105855@qq.com

*通信作者。E-mail:gegentu@163.com

5.2℃,天然植被属于中温性典型草原,土壤类型为暗栗钙土,土壤粉粒和粘粒含量分别为 63.4% 和 10.0%,粗砂粒占 4.6%,土壤母质为侏罗系陆相堆积、火山碎屑岩^[10]。

试验地内分布有 33 种牧草,其中,禾本科、豆科和菊科牧草各 5 种,毛茛科和蔷薇科牧草各 2 种,其他牧

草 14 种。试验地内主要牧草种类见表 1。

试验地内植物群落主要以大针茅、克氏针茅、羊草、达乌里胡枝子、中华隐子草、冰草为主,针茅属牧草主要包括大针茅和克氏针茅,其中,大针茅的相对高度、相对多度、相对盖度和相对频度 4 项指标最高,冰草的各项指标最低。

表 1 主要牧草优势度

Table 1 Dominance of primary grass

	相对高度/%	相对多度/%	相对盖度/%	相对频度/%	SDR4/%
大针茅 <i>Stipa grandis</i>	32.77	27.74	33.82	25.83	30.04
克氏针茅 <i>S. krylovii</i>	25.35	10.18	7.54	6.17	12.31
羊草 <i>Leymus chinensis</i>	21.92	26.36	7.55	23.14	19.74
达乌里胡枝子 <i>Lespedeza davurica</i>	16.46	14.88	5.14	20.83	14.32
中华隐子草 <i>Cleistogenes chinensis</i>	8.83	22.33	48.75	23.25	25.79
冰草 <i>Agropyron cristatum</i>	20.11	8.74	4.73	6.93	10.12

1.2 试验方法

试验地面积为 20 hm²,试验小区面积为 16 m² (4 m×4 m),3 次重复,在 2017 年 7 月 20 日、8 月 1 日、8 月 10 日、8 月 20 日、8 月 30 日和 9 月 10 日分别对试验小区内天然牧草种类、植被分布进行调查(图 1),针茅属牧草刈割后立即放置在塑封袋内,带回实验室利用粉碎机对样品进行粉碎,过 40 目筛子后将部分样品装至信封袋,用以测定中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维;剩余样品过 100 目筛子后装至信封袋,用以测定营养成分。



图 1 试验地草地景观图

Fig. 1 Grassland landscape map of the experimental site

用最母序列关联分析法来研究典型草原牧草不同收获期营养成分,中性洗涤纤维(Neutral detergent fibre, NDF)和酸性洗涤纤维(Acid detergent fibre, ADF)作差之后得到酸性洗涤溶解物(Acid detergent, ADS)。最母序列关联分析法基本原理为:消除因量纲产生的影响,需进行均值变换,即对每一个指标进行均值处理,然后将每列中的测定值与该列的均值相除,得到对应值,均值处理后指标可以反映出收获期和营养成分信息,且各个指标的数值越大,表明该指标值可能是该收获期营养价值高的特征。最后,计算关联系数,关联系数是为了反映两个被比较

的序列在某一时刻的紧密程度。

1.3 测定指标

参照 GB 6432-86^[11]测定粗蛋白质(Crude protein, CP)含量。参照索氏脂肪提取法^[12]测定粗脂肪(Ether extract, EE)含量,参照 Van Soest^[13]方法测定中性洗涤纤维(Neutral detergent fibre, NDF)和酸性洗涤纤维(Acid detergent fibre, ADF)含量。参照蒽酮—硫酸比色法^[14]测定可溶性糖(Water soluble carbohydrate, WSC)含量。

1.4 数据分析

论文中表格利用 WPS office Excel 2020 软件进行绘制,利用 SPSS 18.0 软件进行数据分析和处理。

2 结果与分析

2.1 不同收获期针茅属牧草营养成分差异性分析

由图 2 可知,随着收获期的推进,针茅属牧草 CP 含量呈先升高后降低的变化趋势。CP 含量在 8 月 20 日最高,为 6.36%,9 月 10 日最低,为 4.03%。EE 含量随着收获期的推进呈升高后降低的变化趋势,以 8 月 20 日的 EE 含量最高,为 2.32%,以 7 月 20 日的 EE 含量最低,为 1.37%,8 月 10 日 EE 含量要低于 8 月 20 日针茅的 EE 含量。ADF 和 NDF 含量均随着生育期的推进逐渐升高,最高值均出现在 9 月 10 日。WSC 含量随着收获期的推进呈先升高后降低再升高的变化趋势,最高值出现在 8 月 30 日,最低值出现在 7 月 20 日。

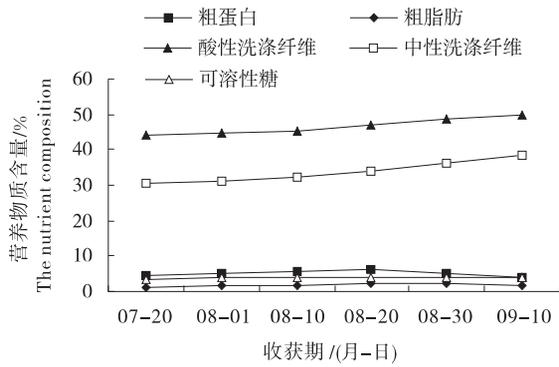


图2 不同收获期与针茅属牧草营养成分分析

Fig. 2 The nutrient composition analysis of *Stipa grandis* at different harvest time

2.2 不同收获期针茅属牧草营养成分最优母序列关联分析

不同收获期针茅属牧草营养成分最优母序列关联分析见表2。

收获期与针茅属牧草粗蛋白紧密度较高的最优序列为8月20日,最优序列关联值为6.36%;收获期与粗脂肪紧密度较高的处理为8月20日,最优序列关联值为2.32%;收获期与酸性洗涤溶解物紧密度较高的处理为8月1日,最优序列关联值为13.59;收获期与可溶性糖紧密度较高的处理为8月20日,最优序列关联值为4.06%(表2)。

均值处理见表3,数值越大,表明该指标值可能是营养价值高的特征。

由表3可知,收获期与针茅属牧草粗蛋白紧密度较高的最优序列为8月20日,最优序列均值为1.25%;收获期与粗脂肪紧密度较高的处理为8月20日,最优序列均值为1.27%;收获期与酸性洗涤溶解物紧密度较高的处理为8月1日,最优序列均值为1.06%;收获期与可溶性糖紧密度较高的处理为8月20日,最优序列均值为1.04%。

绝度差值矩阵计算结果见表4

收获期与针茅属牧草粗蛋白紧密度较高的最优序列为9月10日,最优序列绝对差值为0.46%;收获期与粗脂肪紧密度较高的处理为7月20日,最优序列绝对差值为0.52%;收获期与酸性洗涤溶解物紧密度较高的处理为9月10日,最优序列绝对差值为0.15%;收获期与可溶性糖紧密度较高的处理为7月20日,最优序列绝对差值为0.10%。从表中找出最大绝对差值 $\Delta_{Max}=0.52\%$,最小绝对差值 $\Delta_{Min}=0.00\%$,分

表2 针茅属牧草不同收获期营养成分最优母序列关联
Table 2 The correlation of optimal parent sequences of nutrients of *Stipa grandis* at different harvest time

收获期(月-日)	粗蛋白/%	粗脂肪/%	酸性洗涤溶解物/%	可溶性糖/%
最优序列	6.36	2.32	13.59	4.06
07-20	4.28	1.37	13.39	3.67
08-01	4.92	1.66	13.59	3.86
08-10	5.88	1.83	12.79	3.91
08-20	6.36	2.32	13.13	4.06
08-30	5.09	2.01	12.55	4.01
09-10	4.03	1.78	11.70	4.05

表3 针茅属牧草不同收获期营养成分均值化矩阵
Table 3 The average nutrient composition matrix of *Stipa grandis* at different harvest time

收获期(月-日)	粗蛋白/%	粗脂肪/%	酸性洗涤溶解物/%	可溶性糖/%
最优序列	1.25	1.27	1.06	1.04
07-20	0.84	0.75	1.04	0.94
08-01	0.97	0.91	1.06	0.98
08-10	1.16	1.00	1.00	1.00
08-20	1.25	1.27	1.02	1.04
08-30	1.00	1.10	0.98	1.02
09-10	0.79	0.97	0.91	1.03

表4 针茅属牧草不同收获期营养成分绝对差值矩阵
Table 4 The absolute difference matrix of nutrients of *Stipa grandis* in different harvest time

收获期(月-日)	粗蛋白/%	粗脂肪/%	酸性洗涤溶解物/%	可溶性糖/%
最优序列	0.46	0.52	0.15	0.10
07-20	0.41	0.52	0.02	0.10
08-01	0.28	0.36	0.00	0.06
08-10	0.09	0.27	0.06	0.04
08-20	0.00	0.00	0.04	0.00
08-30	0.25	0.17	0.08	0.02
09-10	0.46	0.30	0.15	0.01

辨系数 ρ 取0.43%。

收获期与针茅属牧草粗蛋白紧密度较高的处理为8月20日,最优序列为8月20日的1.00%;收获期与粗脂肪紧密度较高的处理为8月20日,最优序列为8月20日的1.00%;收获期与酸性洗涤溶解物紧密度

较高的处理为 8 月 1 日,最优序列为 8 月 1 日的 1.00%;收获期与可溶性糖紧密度较高的处理为 8 月 20 日,最优序列为 8 月 20 日的 1.00%;将每行收获期中的各项营养物质含量进行均值化处理后,得出每行不同收获期与营养物质含量的关联度。7 月 20 日、8 月 1 日、8 月 10 日、8 月 20 日、8 月 30 日和 9 月 10 日与各项营养物质含量关联度分别为 0.57、0.65、0.70、0.96、0.68 和 0.58,经过分析后可知,针茅与营养成分紧密度较高的收获期排序依次为:8 月 20 日 > 8 月 10 日 > 8 月 30 日 > 8 月 1 日 > 9 月 10 日 > 7 月 20 日(表 5)。

表 5 针茅属牧草不同收获期营养成分关联系数矩阵

Table 5 Correlation coefficient matrix of nutrient composition of *Stipa grandis* at different harvest time

收获期 (月-日)	粗蛋 白/%	粗脂 肪/%	酸性洗涤 溶解物/%	可溶性 糖/%	关联度
最优序列	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
07-20	0.35	0.30	0.92	0.69	0.57
08-01	0.44	0.38	1.00	0.79	0.65
08-10	0.71	0.45	0.79	0.85	0.70
08-20	1.00	1.00	0.85	1.00	0.96
08-30	0.47	0.57	0.74	0.92	0.68
09-10	0.33	0.43	0.60	0.96	0.58

3 讨论

3.1 收获期对针茅属牧草营养品质的影响

吴发莉等^[15]研究发现,收获期对天然牧草营养物质含量有重要影响,夏季收获的牧草粗蛋白含量要显著高于冬季牧草($P < 0.05$);杜雪燕等^[16]研究结果发现,不同收获期牧草的 CP 和 WSC 含量差别较大;王德平等^[17]研究结果发现,随着收获期的推迟,牧草的 CP 含量显著降低($P < 0.05$);严学兵^[18]对高寒草地不同季节天然牧草的营养物质含量分析后发现,一年中的 CP 含量变化呈单峰型,而 ADF 含量与 CP 相反。这些研究均说明不同收获时间天然牧草的营养物质含量明显不同。本试验结果表明,针茅作为典型草原天然草地建群种牧草,不同收获期对针茅的营养物质有影响,随着收获期的延后,针茅 CP 含量逐渐降低,而 ADF 和 NDF 含量逐渐增加,这就说明随着收获期

的滞后,针茅的营养价值逐渐降低,多数天然牧草随着生育期的延后,牧草品质有逐渐下降的特性,在生长发育早期牧草营养价值最高,而枯草期表现出较低的营养价值,这可能与植株的茎叶比有关系,随着牧草植株生长期的延迟,牧草茎叶比增加,故随收获时间滞后 CP 含量逐渐降低。本研究中,针茅在 8 月 20 日时测得 CP 含量为 6.36%DM,随后 CP 含量开始下降,逐渐线性下降至 9 月 10 日的 4.03%DM,这可能是由于针茅植株体内含氮物质的变化所造成的,9 月 10 日的针茅已经处在枯草期,植株体内的蛋白质通过生理生化反应结合木质素、单宁等转化为不可利用蛋白类物质,针茅品质也逐渐变差;而 ADF 和 NDF 含量逐渐增加,主要是因为针茅茎中蛋白质含量低而纤维类物质含量高,叶片中粗蛋白质含量高而纤维类物质含量低^[16]。随着生育期的延后,针茅体内 ADF 和 NDF 含量逐渐增加,这一变化趋势的出现可能是与牧草植株内碳水化合物的转化造成的^[19]。

3.2 针茅属牧草收获期滞后对天然草地利用率的影响

针茅属牧草未达到结实期之前,具有较高的营养价值,是牛、马、羊喜欢采食的优质牧草。刘爱萍等^[20]研究表明,针茅属牧草产生的狼针(芒)会缠绕在绵羊的皮毛中,刺伤绵羊的口腔黏膜、皮肤和蹄叉,甚至危害家畜的生命安全。侯天爵等^[21]研究表明,若针茅收获期延迟,产生的狼针会对牲畜产生严重的影响,尤其是对羊皮的破坏影响尤为严重。王德平等^[22]研究表明,针茅属牧草在形成狼针之前收获,粗蛋白含量可达到 10.04%,是营养价值较高的天然牧草。以上研究表明,适宜的收获期是针茅属牧草是否作为优质牧草资源和危害家畜安全牧草种类的分界线,也是影响天然草地利用率的关键影响因素。因此,确定针茅属牧草的适宜收获期就显得非常重要。

本试验结果显示,8 月 20 日与针茅属牧草的营养物质含量关联度最高,此时针茅营养价值高,且未形成颖果,是赤峰巴林左旗典型草原针茅属牧草的最适收获期,若推迟收获,此时针茅产生的狼针(芒)不仅营养价值较低,而且会对家畜的安全造成影响,孙林^[23]的研究指出,锡林郭勒天然草地大针茅的最适收获期是抽穗前期,此时大针茅的营养价值最高,与本研究的结果存在一定差异。本研究中,收获时正值针

茅属牧草抽穗期,与锡林郭勒盟大针茅物候期存在差异,主要原因是试验地的气候条件不同。降水量是影响针茅属牧草收获时间的重要影响因素,在一定范围内,降水量越多,针茅属牧草生产力越高,营养价值越高,6、7和8月的降水量是决定针茅属草原的关键影响因素^[24]。有研究^[25]表明,降水量的多少会影响牧草的生育期,在平水年牧草生育期会缩短,在丰水年牧草生育期会延长,这与本研究结果相似,本研究中针茅属牧草收获时正值针茅属牧草抽穗期(7月20日),当年为丰水年,雨水较多,在7月1日至8月30日之间,累计降水量为197.21 mm,温度在23.1~28.7℃之间,充足的降水量和光照条件促进的针茅的生长和营养积累,这是造成巴林左旗针茅属牧草收获期与锡林郭勒大针茅收获期有所差异的主要原因。本研究分析和讨论了丰水年对于针茅属牧草营养物质含量的影响,经过最优母序列分析后得出丰水年针茅属牧草的最适收获期,主要是为了分析不同收获期针茅属牧草营养物质含量变化规律,本研究将在后续试验中继续开展平水年和干旱年份对于针茅属牧草营养物质含量的影响变化相关实验,以期通过多年的数据来确定巴林左旗针茅属牧草的最适收获期。

4 结论

8月20日为巴林左旗典型草原针茅属牧草的适宜收获期,此时针茅属牧草粗蛋白和可溶性碳水化合物含量较高,纤维类物质含量适中,具有较高的营养价值。

参考文献:

- [1] 姚喜喜,孙海群,李长慧,等. 高寒草原天然牧草营养品质近红外光谱预测模型的建立[J]. 动物营养学报,2021,33(7):1-10.
- [2] 蒲小鹏,师尚礼,杨明. 中国古代主要草原保护法规及其思想对现代草原保护工作的启示[J]. 草原与草坪,2011,31(5):85-90+96.
- [3] 师尚礼. 甘肃省天然草地植物种质资源潜势分析与保护利用[J]. 草业科学,2003,20(5):1-3.
- [4] 孙林. 针茅草原牧草加工利用模式及相关机制研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2016.
- [5] 王晓莉,吴新宏,师尚礼. 浑善达克沙地植物区系分析[J]. 草原与草坪,2008,28(4):14-19.
- [6] 刘美玲,宝音陶格涛,等. 不同轮割制度对内蒙古大针茅草原群落组成的影响[J]. 北京师范大学学报(自然科学版),2007(1):83-87.
- [7] 刘万弟,李小伟,黄文广,等. 宁夏草原针茅属植物群落物种多样性和生产力格局及影响因素研究[J]. 草业学报,2021,30(1):12-23.
- [8] 孙彩彩,冯斌,董全民,等. 牦牛藏羊混合放牧对高寒草地紫花苜蓿功能性状的影响[J]. 草地学报,2021,29(7):1477-1483.
- [9] 孙宇,张峰,郑佳华,等. 刈割留茬高度对大针茅草原物种多样性及地上生物量的影响[J]. 草地学报,2021,29(8):1859-1864.
- [10] 王志强,刘宝元,海春兴. 土壤厚度对天然草地植被盖度和生物量的影响[J]. 水土保持学报,2007,21(4):164-167.
- [11] 王子苑,王小利,陈光吉,等. 含水率和双乙酸钠对发酵全混合日粮青贮发酵霉菌毒素的影响[J]. 草原与草坪,2022,42(4):17-22.
- [12] Van Soest P J, Robertson J B, Lewis B A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition[J]. Journal of Dairy Science,1991,74(10):3583-3597.
- [13] 季婧,多田琦,梅错,等. 混播比例对紫花苜蓿/无芒雀麦青贮品质的影响[J]. 中国草地学报,2017,39(2):19-25.
- [14] 周国安,陈代文. 动物营养学[M]. 北京:中国农业出版社,2011.
- [15] 吴发莉,王之盛,杨勤,等. 甘南碌曲和合作地区冬夏季高寒天然牧草生产特性、营养成分和饲用价值分析[J]. 草业学报,2014,23(4):31-38.
- [16] 杜雪燕,王迅,柴骆驼,等. 应用康奈尔净碳水化合物-蛋白质体系(CNCPS)评定不同物候期天然牧草营养价值[J]. 江苏农业科学,2016,44(1):260-263.
- [17] 王德平,陈万杰,李雅男,等. 刈割对大针茅草原不同功能群牧草产量的影响[J]. 草原与草业,2018,30(3):31-36.
- [18] 严学兵. 牦牛对高寒牧区天然草地和人工草地牧草消化性的研究[D]. 兰州:甘肃农业大学,2000.
- [19] 张峰,赵天启,乔莽,等. 刈割留茬高度对大针茅草原生产力及可持续利用的影响[J]. 草地学报,2021,29(7):1491-1498.
- [20] 刘爱萍,吴新宏,侯天爵,等. 针茅草原针刺危害生防途径的探讨[J]. 中国草地,2001(1):79-80.

- [21] 侯天爵,李魁英,刘爱萍. 锡林郭勒草原的大针茅病害[J]. 中国草地,1999(4):49-52.
- [22] 王德平,陈万杰,赵天启,等. 刈割对大针茅草原产量和牧草营养品质的影响[J]. 中国草地学报,2019,41(1):89-93.
- [23] 孙林,都帅,张颖超,等. 锡林浩特市天然大针茅草原产草量及营养动态分析[J]. 草地学报,2015,23(4):870-873.
- [24] 赵年武,郭连云,李晓东. 高寒针茅草原土壤湿度变化特征及与降水量和牧草产量的关系[J]. 冰川冻土,2016,38(6):1724-1731.
- [25] 赵恒和,郭连云,赵年武. 高寒草地西北针茅生长发育特征及与气象因子的关系[J]. 干旱区资源与环境,2011,25(11):187-192.

Balin left banner in Chifeng optimum harvest time of *Stipa grandis* in typical steppe

WANG Wei¹, ZHOU Tian-rong¹, SUN lin², JIA Yu-shan³, GE Gentu^{3*}

(1. College of agriculture and forestry, HulunBuir College, HulunBuir, 021008, China; 2. Inner Mongolia Academy of Agriculture and Animal Husbandry Sciences Hohhot, 010019, China; 3. College of Grassland, Resources and Environment, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010018, China)

Abstract: This study investigated the dynamic changes of nutrients of *Stipa grandis* at different growth stages to provide a theoretical reference for the timely harvest of *Stipa grandis*. In this study, *S. grandis* was used as raw material which was collected from the typical steppe in Chifeng. The effects of harvest dates on the nutritional content of *Stipa grandis* were studied. The optimal mother sequence was used to analyze the comprehensive indexes of different harvest dates, and the optimal harvest dates were selected. The results showed as follows: compared with other harvest times, with the harvest time on August 20, the crude protein and water soluble carbohydrates contents of *S. grandis* harvested were the highest and crude protein content was 6.36 % DM, the water soluble carbohydrates content was 4.06 % DM, which was higher than that of other harvest times. The content of neutral detergent fiber and acid detergent fiber was moderate. Based on comprehensive analysis, August 20 was the most suitable harvest time of *S. grandis* which had high nutritional value in the typical steppe of Balin Left Banner.

Key words: typical grassland; *Stipa grandis*; nutritional value; harvest time