

呼伦贝尔草甸草原杂类草碳水化合物含量的动态变化

宋倩,肖红,柴锦隆,杨合龙,戎郁萍

(中国农业大学 草业科学与技术学院,北京 100193)

摘要:碳水化合物是植物形态建成、返青、再生和抵御不良环境的重要能量物质,了解草原植物碳水化合物含量的季节动态变化是草原合理利用的基础。以呼伦贝尔草甸草原常见的8种杂类草:二裂委陵菜(*Potentilla bifurca*)、菊叶委陵菜(*P. tanacetifolia*)、地榆(*Sanguisorba officinalis*)、麻花头(*Serratula centauroides*)、细叶白头翁(*Pulsatilla turczaninowii*)、日荫菅(*Carex pediformis*)、山葱(*Allium senescens*)和狭叶柴胡(*Bupleurum scorzonerifolium*)为研究对象,探究植物地上部、茎基部、根部可溶性糖和还原糖含量的季节及年际动态变化。结果表明:2016年4~9月,供试植物地上部可溶性糖和还原糖含量总体呈先增加后降低的变化趋势,7月底达最大值;茎基部和根部可溶性糖含量在4~5月明显下降,表现为“下降—上升—再下降”的趋势。2015年8月,二裂委陵菜、地榆、麻花头、细叶白头翁、日荫菅和狭叶柴胡根部可溶性糖含量开始缓慢上升。干旱年份(2016年)严重抑制供试植物根部可溶性糖的积累。因此,建议呼伦贝尔草甸草原适宜放牧期为6~8月,干旱年份应减小放牧强度或提前休牧以保证草地可持续利用。

关键词:草甸草原;杂类草;可溶性糖;还原糖

中图分类号:S812 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2020)01-0011-07

DOI: 10.13817/j.cnki.cyycp.2020.01.002

碳水化合物是植物光合作用的主要产物,一般分为结构性碳水化合物(structural carbohydrates, SC)和非结构性碳水化合物(non-structural carbohydrates, NSC),其对植物形态建成、生命代谢^[1-3]、再生^[4-5]及抵御不良环境^[3,6-7]等具有重要作用。NSC又称为可溶性碳水化合物或可溶性糖,按还原性分为还原糖和非还原糖^[1],其在植物不同部位的分配是植物生命代谢的物质保障^[8]。已有研究表明碳水化合物含量随季节变化明显,不同植物变化趋势不同。魏小红等^[7]对高寒草原13种牧草的碳水化合物含量季节

动态进行研究,发现供试13种植物碳水化合物含量随季节呈单峰曲线变化,峰值在6月或7月时出现,此时牧草光合作用强,糖代谢活跃、营养价值高。有研究得出伊犁绢蒿(*Seriphidium transiliense*)非结构性碳水化合物主要储藏在茎部,随季节推移呈倒“V”型变化趋势,5月含量较低,8月达最大值^[9]。张艳^[8]发现羊草叶片可溶性总糖含量在生长季节随时间推移显著增加,10月达生长季最高值,而根茎在整个生长季呈先降低后上升再下降变化规律,8月中旬出现峰值。因此,探究不同区域植物碳水化合物含量变化规律、了解植物营养状况对草地可持续利用具有重要意义。

与禾本科和豆科牧草相比,杂类草种类多、分布广、饲用价值差异大,但杂类草对草地生产力贡献大^[10],且对草地群落物种多样性的维持具有重要作用。呼伦贝尔草甸草原是我国温带草原的主要类型,原生植被保存完好、生物多样性丰富^[11]。但近年来,由于人们过分追求经济利益,在发展畜牧业的同时,草地退化严重,据报道呼伦贝尔草原总可利用草地面积

收稿日期:2019-05-22; **修回日期:**2019-05-30

基金项目:国家重点研发计划“典型脆弱生态修复与保护研究”(2016YFC0500603)资助

作者简介:宋倩(1995-),女,山西大同人,在读硕士。

E-mail:1849942017@qq.com

戎郁萍为通讯作者。

E-mail:rongyuping@cau.edu.cn

的 88% 发生不同程度的退化^[12]。为合理利用草地,提高牧草产量与品质,许志信等^[13]研究了该类型草地植物贮藏养分配比与消耗随时间变化规律,发现禾本科和豆科植物茎基部和根部贮藏的碳水化合物在返青期,拔节期和抽穗期含量减少,分蘖、开花及结实期增多^[14]。而对于杂类草不同部位碳水化合物含量的年际间动态变化研究较少。以呼伦贝尔草原常见杂类草二裂委陵菜(*Potentilla bifurca*)、菊叶委陵菜(*P. tanacetifolia*)、地榆(*Sanguisorba officinalis*)、麻花头(*Serratula centauroides*)、细叶白头翁(*Pulsatilla turczaninowii*)、日荫营(*Carex pediformis*)、山葱(*Allium nigrum*)和狭叶柴胡(*Bupleurum scorzoneriifolium*)为研究对象,探究植物地上部,茎基部和根部碳水化合物含量季节动态变化规律,旨在为该地区草地合理利用提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验地位于内蒙古呼伦贝尔市海拉尔区特尼河 9 队,地理位置 N 49°20′~49°26′,E 119°55′~120°9′,海拔 628~649 m,草原类型为羊草—贝加尔针茅草甸草原。该区域属温带大陆性季风气候,年际间温度变异常大,年均温 -2℃~-1℃,1 月平均气温 -24.0℃,7 月平均气温 20.5℃,极端最高、最低气温分别为 40.0℃、-48.5℃。年均降水量 350~410 mm,全年 75% 降水量集中于 6~9 月。土壤为黑钙土或暗栗钙土,有机质含量 5.1%,有机碳含量 33.15 g/kg,全氮含量 2.96 g/kg。研究区在 1998 年补播无芒雀麦,现主要物种有羊草(*Leymus chinensis*)、无芒雀麦(*Bromus inermis*)、贝加尔针茅(*Stipa baicalensis*)、日荫营、细叶白头翁、二裂委陵菜和裂叶蒿(*Artemisia incise*)等。其中,杂类草生物量是 77~127 g/m²,占该试验地草地植被的 44.9%~47.2%。2015 年和 2016 年的月平均气温与 1951~2014 年的月平均气温基本一致,但 6~9 月降水量显著低于该时间段历史平均值,且 2016 年 7 月降水量明显低于 2015 年(图 1)。

1.2 试验设计

于 2015 年 7 月 31 日、8 月 26 日、10 月 1 日,2016 年 4 月 28 日、5 月 28 日、7 月 31 日、9 月 15 日,在呼伦贝尔草原围封地(围封两年),随机选取长势相同的二裂委陵菜、菊叶委陵菜、地榆、麻花头、细叶白头

翁、日荫营、山葱和狭叶柴胡各 20 株,将各植株按地上部、茎基部和根部分开,流水清洗干净后编号装入信封。于 105℃ 烘箱内杀青 0.5 h,后 65℃ 烘干至恒重(72 h)。烘干的植物样品粉碎过 100 目筛,测定其碳水化合物含量。2015 年末测定植物茎基部碳水化合物含量。

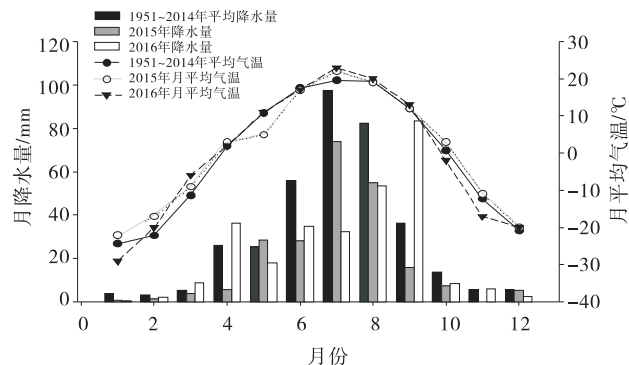


图 1 1951~2016 年试验区月平均气温和降水量

Fig. 1 Monthly average temperature and precipitation at research site during 1951 to 2016

1.3 测定方法

可溶性糖含量测定参照文献^[16]的蒽酮比色法、还原糖利用 3,5-二硝基水杨酸法进行测定。

1.4 数据分析

采用 SPSS 23.0 对同一植物相同部位不同时间的可溶性糖和还原糖含量作单因素方差分析(One-way ANOVA),差异显著性检验水平为 $P < 0.05$,用 SigmaPlot 12.5 绘图。

2 结果与分析

2.1 植物地上部碳水化合物含量的动态变化

2015 年 7 月到 2016 年 9 月,二裂委陵菜、菊叶委陵菜、地榆、麻花头、细叶白头翁、日荫营、山葱和狭叶柴胡 8 种植物地上部可溶性糖和还原糖含量随季节变化显著(图 2)。2016 年不同生长时期除山葱可溶性糖和还原糖含量最高峰出现在 5 月,其他植物可溶性糖和还原糖含量变化基本保持一致,最高峰和最低峰值分别为 2016 年 7 月和 4 月底,整体上呈先增高后降低变化趋势,即在 4 月返青期含量最低,逐渐增高到 7 月旺盛生长时期后开始下降。2015 年 7~10 月二裂委陵菜、菊叶委陵菜和狭叶柴胡地上部可溶性糖含量降低至 8 月底后又缓慢积累,细叶白头翁可溶性糖逐渐增加。不同牧草碳水化合物含量不同,8 种牧草可溶性糖含量依次为:1.07%~11.01%、0.78%~7.77%、

1.28%~7.15%、0.66%~5.14%、1.58%~11.31%、
1.46%~5.35%、5.88%~14.58%、1.15%~3.37%；
还原糖含量为：0.82%~8.43%、0.54%~6.88%、

1.04%~4.61%、0.31%~3.80%、0.42%~5.39%、
0.30%~1.73%、0.89%~6.91%、5.04%~0.98，还
原糖含量低于可溶性糖含量。

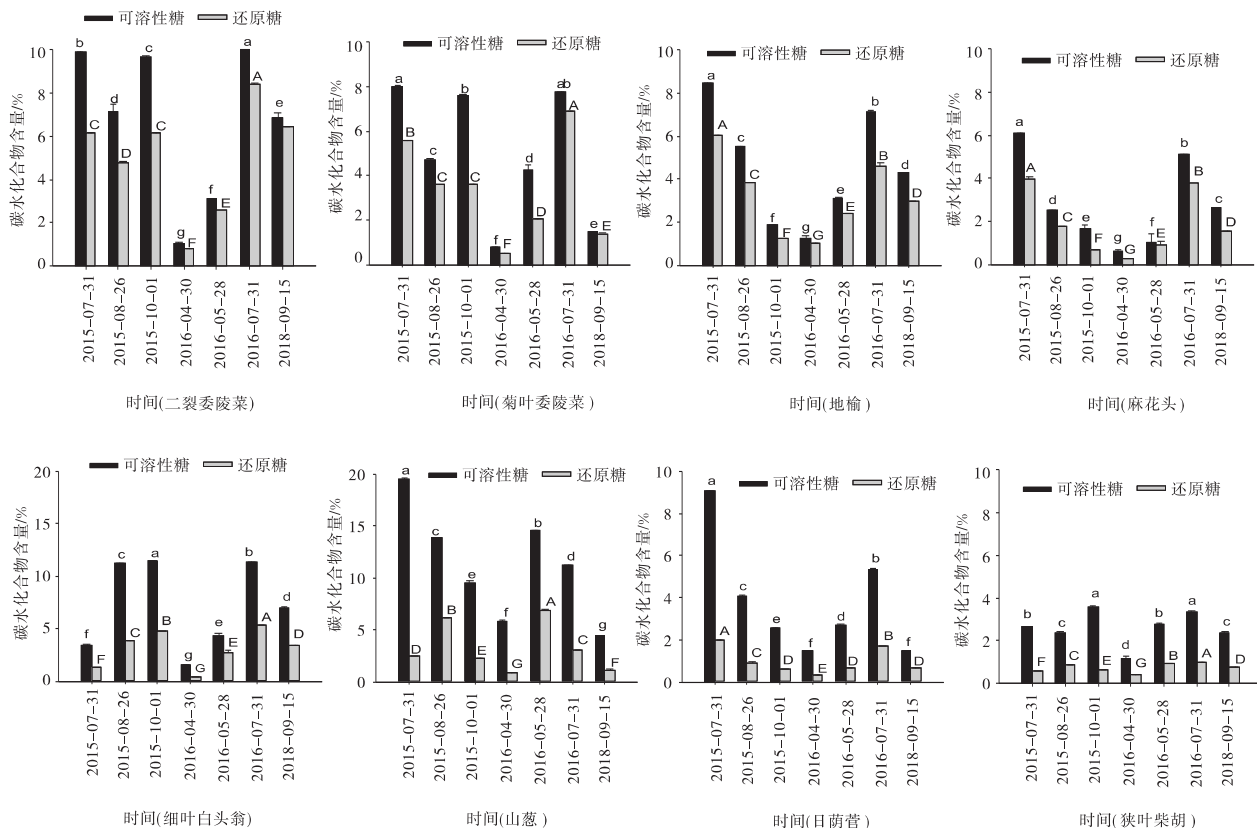


图 2 呼伦贝尔草甸草原 8 种杂类草地上部可溶性糖和还原糖的含量

Fig. 2 The contents of soluble sugar and reducing sugar in the aboveground of 8 forbs in meadow steppe

注：数据用平均值±标准误表示，小写字母表示可溶性糖含量在不同年际和生长时期的显著性差异 ($P < 0.05$)，大写字母表示还原糖含量在不同年际和生长时期的显著性差异 ($P < 0.05$)，下同

2.2 植物茎基部碳水化合物含量的动态变化

2016 年 4 月到 9 月，8 种牧草茎基部可溶性糖和还原糖含量随生长季节变化显著 (图 3)。茎基部还原糖含量最高峰值时期与地上部基本一致，除狭叶柴胡 2016 年 5 月还原糖含量最高，其他植物仍在 7 月旺盛生长时期最高，整体上呈现先增高后降低的变化趋势，其含量依次为 0.14%~0.22%、0.06%~0.11%、0.07%~0.16%、0.11%~0.19%、0.10%~0.32%、0.06%~0.15%、0.09%~0.31%、0.14%~0.64%。不同植物可溶性糖含量变化趋势不同，峰值在 5、7 和 9 月均有出现，二裂委陵菜 (1.31%~4.82%)、日荫菅 (0.69%~2.08) 和狭叶柴胡 (1.44%~4.77%) 呈先降低后升高的变化趋势，达到最高峰值含量为 4.83%、2.08%、4.77%；菊叶委陵菜 (1.42%~3.28%) 呈先升高后降低的变化趋势，最高含量为 3.28%；地榆

(2.39%~4.60%)、细叶白头翁 (1.10%~11.67%) 和山葱 (6.63%~19.35%) 呈先降低后升高再降低变化趋势，峰值时含量分别为 4.60%、11.67% 和 19.35%。

2.3 植物根部碳水化合物含量的动态变化

根部可溶性糖和还原性糖含量随生长季节变化显著 ($P < 0.05$) (图 4)。2016 年 4~9 月，8 种植物根部可溶性糖含量与地上部可溶性糖含量随季节变化趋势不同。菊叶委陵菜和狭叶柴胡可溶性糖含量随季节逐渐增加，9 月达最高值；二裂委陵菜、地榆、细叶白头翁、日荫菅和山葱 5 种植物 4 月根部可溶性糖含量比 5 月高，整体上呈“下降—上升—再下降”变化。还原糖含量的季节变化与地上部和茎基部变化相似，除二裂委陵菜和日荫菅还原糖含量先下降后上升再下降外，其他植物均呈“上升—下降”变化趋势。此外，植物根部可溶性糖含量在年际间变化趋势不同，除菊叶委

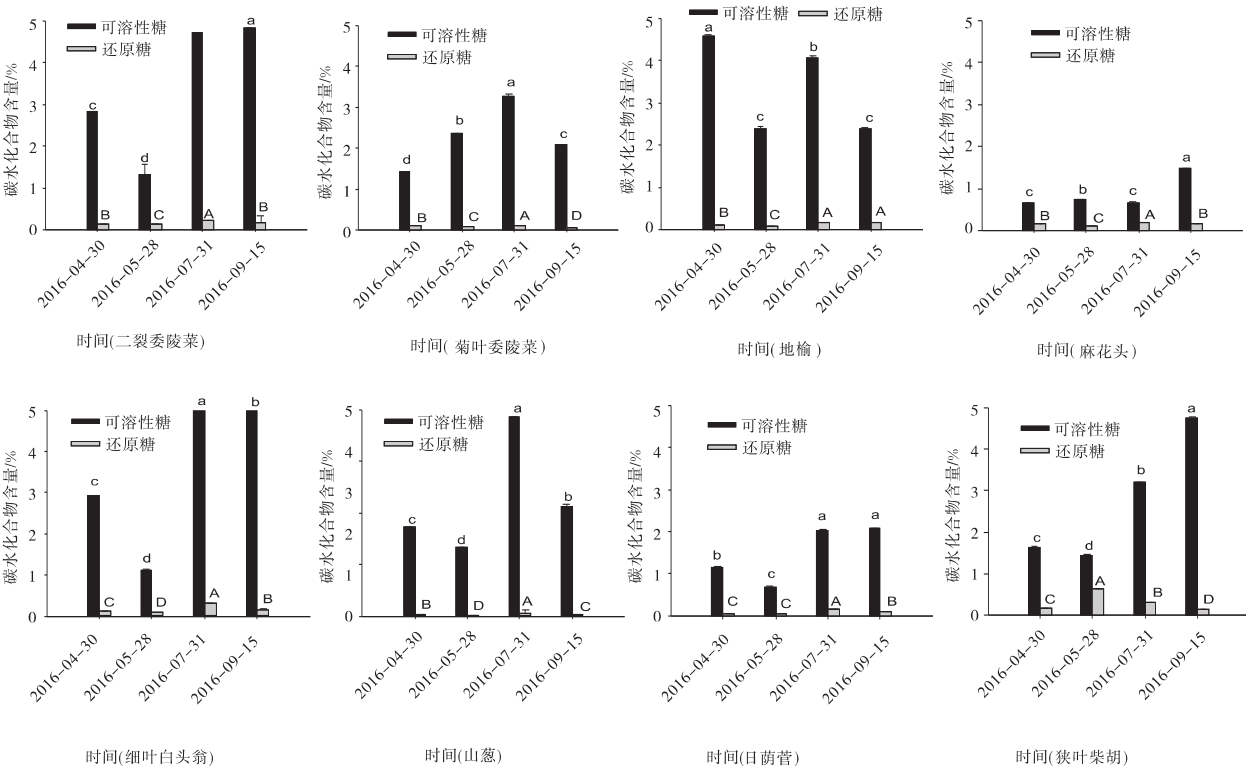


图 3 呼伦贝尔草甸草原 8 种杂类草茎基部可溶性糖和还原糖的含量

Fig. 3 The content of soluble sugar and reducing sugar in the stem of 8 forbs in meadow steppe

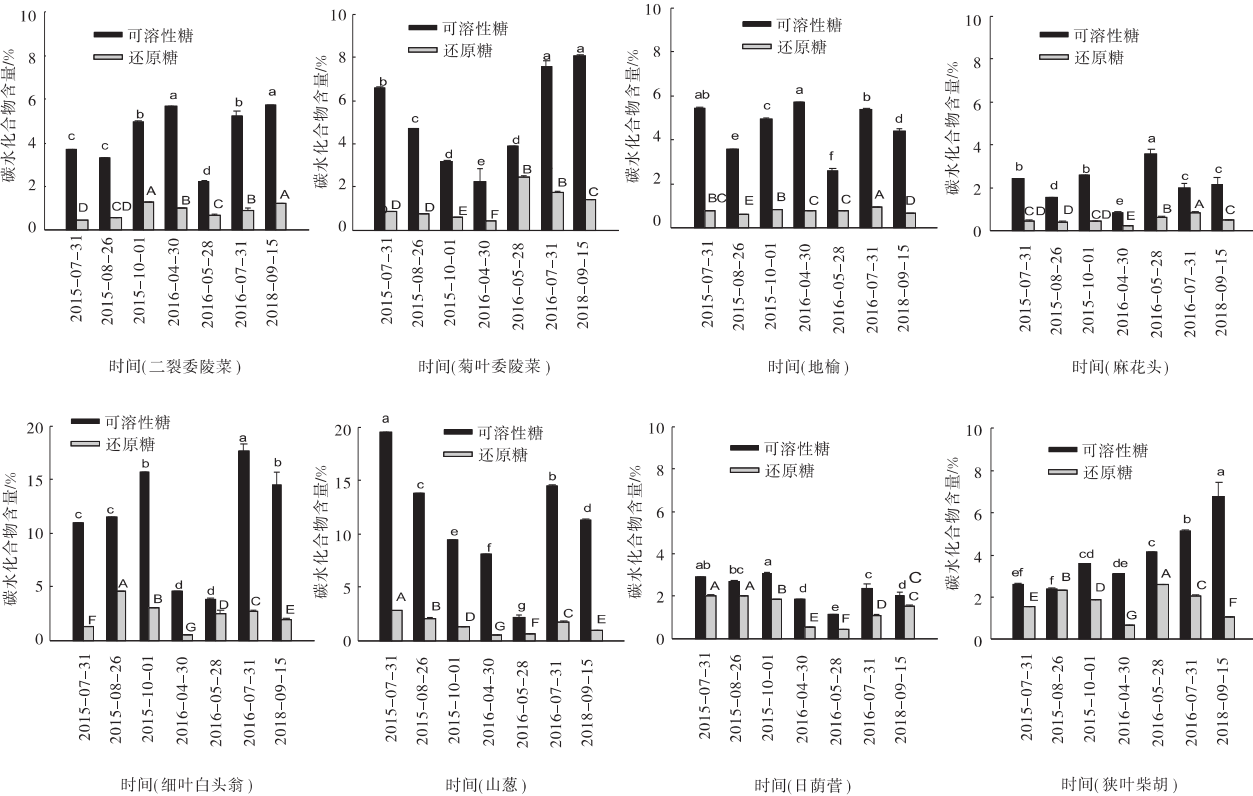


图 4 呼伦贝尔草甸草原 8 种杂类草根基部可溶性糖和还原糖的含量

Fig. 4 The content of soluble sugar and reducing sugar in the root of 8 forbs in meadow steppe

陵菜和山葱外,试验植物根部可溶性糖在秋季缓慢积累。8 种植物可溶性糖含量依次为:2.23%~5.70%、2.22%~8.05%、2.59%~5.69%、0.85%~3.72%、3.88%~17.72%、1.13%~2.38%、2.18%~14.54%、3.08%~6.76%;还原糖含量依次为:0.68%~1.22%、0.45%~2.49%、0.66%~0.92%、0.22%~0.84%、0.58%~2.79%、0.56%~1.18%、0.49%~1.79%、0.66%~2.58%。

3 讨论

碳水化合物是植物生长发育的能源物质,其含量变化能直接反映植物营养状况和生理活性。研究发现,2016 年 4~9 月,8 种供试植物地上部可溶性糖含量随季节变化显著,总体呈先增高后降低的变化趋势,即在返青期可溶性糖含量较低,后逐渐升高到 7 月底后又开始下降。此结果与前人对鸭茅^[16]、结缕草^[17]、伊利娟蒿^[9]等植物可溶性糖含量季节变化的研究结果相一致。由于叶片是植物光合作用直接产生有机物的部位,为代谢“源”^[1,18],在返青期植物叶片还未完全伸展,光合作用弱,主要靠消耗贮藏碳水化合物进行萌发生长,后随光照强度增加,到 7 月底叶片完全展开,使可溶性糖含量达到最大值。而根、茎部可溶性糖含量在 4~5 月明显减少,8 月底到 9 月中旬又略增加(2015 年),总体呈“降低-增加-再降低”的变化趋势。返青期植物主要利用贮藏在根茎部的碳水化合物萌发生长^[13,19],调运根茎部贮藏养分为植物返青提供能量;9 月植物进入枯黄期,对二氧化碳的同化作用减弱,合成的碳水化合物一部分用于自身生长代谢,其余的由地上部向下转运到根、茎部,根茎在淀粉合成酶、蔗糖磷酸合成酶等多种酶作用下,将小分子单糖合成淀粉等贮藏性多糖,为植物越冬和翌年萌发贮藏能量^[4,20]。还原糖是植物直接利用的糖,能通过氧化还原反应直接供能^[21],其含量的季节变化与可溶性糖含量变化并不一致,供试植物地上部、茎基部和根部还原糖含量在生长季节,总体上呈“先上升-后下降”变化趋势。主要原因是还原糖为单糖,是合成蔗糖和淀粉的供体^[22-23],处于不断利用的状态,叶片合成后供植物即时利用^[23-24],在植物体内积累较少。

相同环境下,不同牧草碳水化合物含量季节动态

存在差异。在本研究中,大多数植物根、茎部可溶性糖含量随生长季节呈“下降-上升-再下降”变化趋势,而二裂委陵菜、日荫营和狭叶柴胡茎基部可溶性糖含量在生长季表现为先增加后减少特征,与丛生型植物糙隐子(*Cleistogenes squarrosa*)变化趋势相同,可能是因为这些植物光合作用能力强或生长缓慢,使合成的碳水化合物能满足生长代谢需要^[12];菊叶委陵菜和狭叶柴胡根部可溶性糖含量随生长季节逐渐增加,这可能与植物本身特点和生物节律有关^[1,18],许志信等^[14]对禾本科和豆科植物根茎部贮藏碳水化合物含量作季节动态研究,也发现植物总糖含量变化存在差异。研究还发现 2016 年 4 月和 9 月中旬可溶性糖主要分配在根部,而狭叶柴胡在不同生长时期根部可溶性糖和还原糖含量均比地上部和茎基部含量高,即该植物碳水化合物主要贮藏在根部,与羊草等^[8,21]根茎型牧草一致,这可能与它本身耐旱特点有关,根部发达从而适应深植。此外,植物不同部位碳水化合物含量变化还与外界环境条件有关,研究发现植物可通过增强根系发育^[25]或调节自身碳水化合物含量变化对干旱^[3,26]、低温^[27]等逆境生理进行响应,保护植物减缓环境胁迫造成的损伤。试验地 2016 年 7~8 月降水量较 2015 年及常年平均降水量低(图 1),但植物根部可溶性糖含量除二裂委陵菜、菊叶委陵菜和狭叶柴胡外其余均显著低于 2015 年根部可溶性糖含量,说明极度干旱严重抑制根部碳水化合物积累。

4 结论

呼伦贝尔草甸草原 8 种常见杂类草不同部位碳水化合物含量年际差异较大,2016 年 7~8 月供试植物根部可溶性糖含量显著低于 2015 年根部可溶性糖含量。2016 年根部可溶性糖含量从 4~5 月开始降低,7 月底上升至最大值,8 月底植物进入枯黄期,可溶性糖含量较高并贮藏在根部。因此,对呼伦贝尔草甸草原进行放牧利用,始牧期不应早于 6 月,确保植物正常生长,冬季休牧不应迟于 8 月底,为植物安全越冬贮备能量,干旱年份还应减小放牧强度或提前休牧以保证草地的可持续利用。

参考文献:

[1] 李屹,王丽慧,赵孟良,等. 自然生境下菊芋 3 种碳水化合

- 物含量积累及动态变化研究[J]. 西南农业学报, 2016, 29(7): 1687—1693.
- [2] White L. Carbohydrate reserves of grasses: a review[J]. *Journal of Range Management*, 1973, 26(1): 13.
- [3] 潘庆民, 韩兴国, 白永飞, 等. 植物非结构性贮藏碳水化合物的生理生态学研究进展[J]. 植物学报, 2002, 19(1): 30—38.
- [4] 许志信, 巴图朝鲁, 卫智军, 等. 牧草再生与贮藏碳水化合物含量变化关系的研究[J]. 草业学报, 1993, 2(4): 13—18.
- [5] 肖红, 杨合龙, 戎郁萍, 等. 刈割对草甸草原羊草、无芒雀麦再生和碳水化合物含量的影响[J]. 草业科学, 2018, 35(9): 2201—2209.
- [6] 王雅梅. 小麦非结构性碳水化合物累积分配和光合生理对水分胁迫的响应[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2014.
- [7] 魏小红, 王静, 马向丽, 等. 高寒地区牧草碳水化合物及氨基酸含量季节动态研究[J]. 草业学报, 2005, 14(3): 94—99.
- [8] 张艳. 羊草叶片及根茎中非结构糖的季节动态变化及土壤盐碱化对其影响[D]. 长春: 东北师范大学, 2006.
- [9] 张勇娟, 赵军, 安沙舟, 等. 围栏封育对伊犁绢蒿非结构碳水化合物的影响[J]. 新疆农业科学, 2010, 47(6): 1182—1188.
- [10] 郑凯, 顾洪如, 沈益新, 等. 牧草品质评价体系及品质育种的研究进展[J]. 草业科学, 2006, 23(5): 57—61.
- [11] 陈宝瑞. 呼伦贝尔草原多尺度植被空间格局及其对干扰的响应[D]. 北京: 中国农业科学院, 2010.
- [12] 胡志超, 李政海, 周延林, 等. 呼伦贝尔草原退化分级评价及时空格局分析[J]. 中国草地学报, 2014, 36(5): 12—18.
- [13] 巴图朝鲁, 许志信, 昭和斯图, 等. 草甸草原牧草贮藏养分积累与消耗规律的研究[J]. 内蒙古农牧学院学报, 1994(1): 32—38.
- [14] 许志信, 白永飞. 干草原牧草贮藏碳水化合物含量变化规律的研究[J]. 草业学报, 1994, 4(4): 27—31.
- [15] 刘美丽, 梁秀梅, 乌仁其其格. 刈割制度对围封羊草草地群落特征及生物量的影响[J]. 草业科学, 2016, 33(11): 2319—2325.
- [16] 张志良, 瞿伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003: 328.
- [17] 张荣华. 鸭茅对不同利用方式的生理生态响应研究[J]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2010.
- [18] 王丹, 宣继萍, 郭海林, 等. 结缕草的抗寒性与体内碳水化合物、脯氨酸、可溶性蛋白季节动态变化的关系[J]. 草业学报, 2011, 20(4): 98—107.
- [19] 刘万德, 苏建荣, 李帅锋, 等. 云南普洱季风常绿阔叶林主要树种非结构性碳水化合物变异分析[J]. 林业科学, 2017, 53(6): 1—9.
- [20] Cairns A J, Nash R, Carvalho M A M D. Characterization of the enzymatic polymerization of 2,6-linked fructan by leaf extracts from timothy grass (*Phleum pratense*) [J]. *New Phytologist*, 1999, 142(1): 79—91.
- [21] Koch K E. Carbohydrate-modulated gene expression in plants[J]. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 1996, 47: 509—5.
- [22] 王开丽, 杨合龙, 肖红, 等. 呼伦贝尔草甸草原 3 种禾草碳水化合物季节动态研究[J]. 草地学报, 2018, 26(5): 1056—1063.
- [23] 张光辉, 李增嘉, 潘庆民, 等. 内蒙古典型草原羊草和大针茅地下器官中碳水化合物含量的季节性变化[J]. 草业学报, 2006, 15(3): 42—49.
- [24] 白永飞, 许志信, 段淳清, 等. 典型草原主要牧草植株贮藏碳水化合物分布部位的研究[J]. 中国草地, 1996(1): 7—9.
- [25] 白永飞, 段淳清, 额尔敦达来, 等. 刈割对牧草贮藏碳水化合物含量变化的影响[J]. 内蒙古农牧学院学报, 1994, 15(4): 48—53.
- [26] Purdy S J, Maddison A L, Cunniff J, *et al.* Non-structural carbohydrate profiles and ratios between soluble sugars and starch serve as indicators of productivity for a bioenergy grass[J]. *AoB PLANTS*, 7, 2016, 7, 32—032.
- [27] 张光辉. 内蒙古四种不同生活型草原植物碳水化合物的季节性动态变化及其对刈割的响应[D]. 济南: 山东农业大学, 2005.
- [28] Koch K E. Carbohydrate-modulated gene expression in plants[J]. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 1996, 47: 509—514.

tral data of dominant shrub communities by using FieldSpec4 spectrometer. After the smooth noise reduction of the spectral data, the data were analyzed through reflectivity (REF), absorptivity (ABS) and first derivative transformation of reflectivity and absorptivity (GREF and GABS). The result indicated that 1) the species diversity changed significantly at altitude gradient, and spectral REF and α diversity index showed an inverted 'V' shape. The altitude gradient with highest α diversity index and the maximum REF value of the community spectrum were concentrated in the middle altitude area (3 300~3 400 m); 2) the shrub water content showed a 'N' shape with the increase of altitude, i. e., with the increase of altitude, the shrub water content and the community spectral REF first increased, then decreased and then increased; 3) the spectral characteristics of shrub communities were significantly affected by the community height, biomass and stem/leaf ratio. With the increase of altitude, they showed an inverse 'N' shape. 4) *Rhododendron thymifolium* and *Rh. capitatum* dominated the shrub community, and significantly affected the spectral characteristics.

Key words: eastern Qilian Mountains; alpine shrub community; altitude gradient; community characteristics; spectrum characteristics

(上接 16 页)

Dynamics in carbohydrate content of forbs in Hulunbeier meadow steppe

SONG Qian, XIAO Hong, CHAI Jin-long, YANG He-long, RONG Yu-ping

(College of Animal Science and Technology, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

Abstract: Carbohydrates are important energy substances for plant morphogenesis, regreen, regrowth and resistance to environment stress. It is the basis of grassland rational utilization to understand seasonal dynamics in carbohydrate content in grassland plants. In this study, the seasonal dynamics and interannual variations of soluble sugar and reducing sugar in shoot, stem base and root of 8 forbs (*Potentilla bifurca*, *P. tanacetifolia*, *Sanguisorba officinalis*, *Serratula centauroides*, *Pulsatilla turczaninovii*, *Carex pediformis*, *Allium senescens*, *Bupleurum scorzoneri folium*) in meadow steppe in Hulunbeier were studied. The results showed that the content of soluble sugar and reducing sugar in shoot of tested plants increased and thereafter decreased from April to September in 2016, and reached the maximum at the end of July. The content of soluble sugar in stem base and root decreased obviously from April to May, which showed a trend of 'declining-rising-declining'. However, at the end of August 2015, the soluble sugar content in root of *Potentilla bifurca*, *Sanguisorba officinalis*, *Serratula centauroides*, *Pulsatilla turczaninovii*, *Carex pediformis* and *Bupleurum scorzoneri folium* began to rise slowly. The accumulation of soluble sugar in root of tested plants was seriously inhibited in drought year (2016). Therefore, it suggested that the suitable grazing period was June to the end of August, and the grazing intensity should be reduced or grazing rest in advance in drought years to ensure the sustainable utilization of grassland.

Key words: meadow steppe; forbs; soluble sugar; reducing sugar