

羊草贮藏性物质含量的季节 变化及其对不同人为活动影响的反应*

魏 均 南寅镐

(中国科学院林业土壤研究所)

羊草 (*Leymus chinensis*) 是根茎性禾草, 是东北及内蒙东部地区广泛分布的主要建群种之一。以羊草为建群种的羊草群落分布广、面积大、是优良的天然草场。羊草草场的产草量与植物的地下部特别是根茎中贮藏性物质的含量有密切关系。因为多年生根茎性植物所制造的光合产物, 除用于当年的生长发育之外, 同时将多余的贮藏性物质 (主要指可溶性糖类和淀粉) 输送到地下器官中贮存起来, 它对越冬及第二年的再生长有显著的影响。因此, 研究羊草贮藏性物质, 特别是可溶性糖类含量的季节动态, 以及在不同生境条件下可溶性糖类含量的变化同羊草生长发育之间的相互关系, 不但在理论上, 而且在生产实践上, 对合理利用羊草草场也有一定的意义。

一、材料与方 法

1. 观测地点和分析材料来源

我们在内蒙古昭乌达盟翁牛特旗的东部地区, 对围栏保护的天然羊草群落和在不同程度上受人为活动影响的羊草群落 (例如一年割一次的打草场、春秋放牧的轻度放牧场、一年四季放牧的过度放牧场和引洪淤灌试验草场) 进行调查和观测, 定期采收羊草地上部全植株和地下部根茎, 风干后粉碎, 进行可溶性糖类和蛋白质分析。

2. 观测项目和分析方法

- 1) 生物量的测定 地上部采用刈割法, 地下部根系采用挖坑取样法。
- 2) 物候观测 分营养期、抽穗期、开花期、结实期、果实成熟期、果后营养期和枯萎死亡等物候期, 每5天观测一次。
- 3) 可溶性糖类的测定 依伯川氏的糖量测定法, 分别测定还原糖 (单糖)、水解糖 (双糖, 主要是蔗糖) 和总糖量, 含量均按百分率计算。
- 4) 蛋白质的测定 用扩散吸收法 (康维皿) 进行测定。

二、结果与讨论

1. 羊草根茎中可溶性糖类的季节性变化

多年生根茎性禾草 (包括羊草在内), 早春的萌芽和初期的生长, 所用的贮藏性物质, 主

* 参加工作的有吴晓光和薛莲慧。

要是前年的光合产物,因此这个时期根茎中可溶性糖类消耗量较多。以后随着羊草的生长,光合产物的增多,根茎中可溶性糖类可以再积累,至秋季达到一年间的最高值。

首先从总糖量的季节变化来看,羊草在越冬期间,由于长出新芽和呼吸作用,可溶性糖类被消耗一部分,一般占总糖量的26%。例如,1980年10月中旬(植株已枯黄)根茎中的总糖量为5.39%,到第二年(1981)的4月中旬(羊草刚开始萌芽生长)则减少到3.98%。再有从不同类型的糖来看,双糖含量由3.673%减少为1.126%,而单糖含量则由1.717%增加到2.854%。可见糖的消耗和转化情况,因糖的种类而有不同。

春季植物开始生长之后,光合产物随着植物的生长逐渐增加,由于主要是用于地上部新器官的形成和生长发育,因此,根茎中的可溶性糖类不但得不到补充,反而继续减少。到了6月中旬,即羊草进入开花期时,根茎中糖的含量降至最低值(总糖量为2.704%)。这段期间消耗的糖量为1.276%,占早春时总糖量的32%,大约消耗了早春时含糖量的三分之一。这同羊草地上部器官的形成,特别是与羊草抽穗开花大量消耗可溶性糖类有关。从7月初以后(羊草进入结实期)根茎中糖的含量又开始增加,至10月中旬,羊草进入枯黄期,根茎中的含糖量达到最高值,总糖量为4.702%(参看表1和图1)。

表1 羊草可溶性糖类的季节变化(%)

采样日期 (日/月)	测定项目	地 上 部 (全株)			根 茎		
		单 糖	双 糖	总 糖	单 糖	双 糖	总 糖
1980年	15/10	—	—	—	1.717	3.673	5.390
1981年	22/4	—	—	—	2.854	1.126	3.980
	14/5	2.804	0.413	3.217	2.804	0.818	3.622
	4/6	1.633	0.386	2.020	2.397	0.869	3.366
	20/6	2.284	0.808	3.092	1.967	0.737	2.704
	8/7	2.297	0.819	3.116	2.809	1.158	3.967
	29/7	1.753	0.662	2.415	3.472	0.735	4.207
	18/8	1.097	1.625	2.722	1.139	1.889	3.028
	6/9	1.567	2.664	4.231	0.925	3.224	4.149
	30/9	1.593	4.247	5.840	0.838	2.218	3.056
	17/10	2.242	2.234	4.476	1.055	3.647	4.702

另外,从单糖与双糖的季节性变化来看,春季羊草萌芽生长至开花之前,两类糖的含量减少到最低值,然后随着生长又逐渐增加。如图1所示,双糖的含量虽然有时高有时低,但总的趋势是逐渐增多,到了10月中旬达到最高值。但是,单糖的含量则不同,最高值是在7月末出现,即羊草进入结实末期,到果实成熟期含糖量显著下降,到果后营养期时基本处于相对稳定状态(参看图1)。

2. 羊草地上部可溶性糖类的季节性变化

经测定,羊草地上部也含有比较多的可溶性糖类,其含量随季节而变化。羊草返青后生长初期(5月14日,草高10厘米左右)可溶性糖类的含量较高,如总糖量为3.217%,然后逐渐减少,至6月初羊草开始抽穗时降至最低值,总糖量为2.020%。但是到了抽穗开花期可溶性糖类的含量略有增加,至9月末或10月初达到最高值,总糖量为5.840%,到10月中旬以后,羊草地上部植株枯黄期时,糖的含量急剧下降(参看图1)。

羊草之所以是一种优良的自然牧草, 因含有较多的蛋白质, 而蛋白质的含量随季节而变化。正如图 2 所示, 羊草最初生长期 (5 月 14 日) 时蛋白质含量最高 (为 14.30%), 然后逐渐减少, 至 8 月中旬, 羊草进入果实成熟末期时蛋白质的含量减少到相对低值 (6.960%), 到果后营养期又有所增加, 到 9 月中旬以后明显下降 (参看表 2 和图 2)。

表 2 羊草蛋白质含量的季节性变化

采样测定日期 (日/月)	14/5	4/6	20/6	8/7	29/7	18/8	6/9	30/9	17/10
蛋白质 (%)	14.30	13.12	8.04	8.75	8.93	6.96	8.66	6.78	4.73

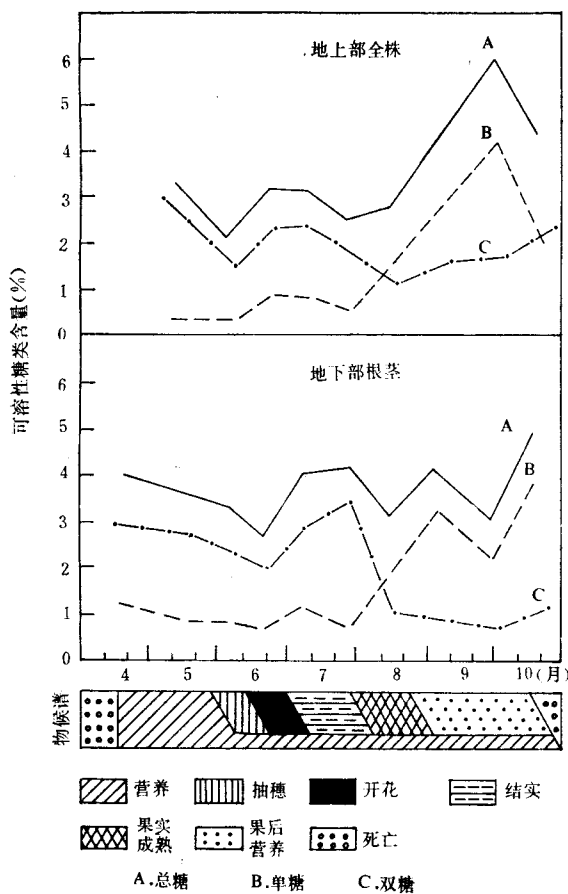


图 1 羊草可溶性糖类含量的季节性变化

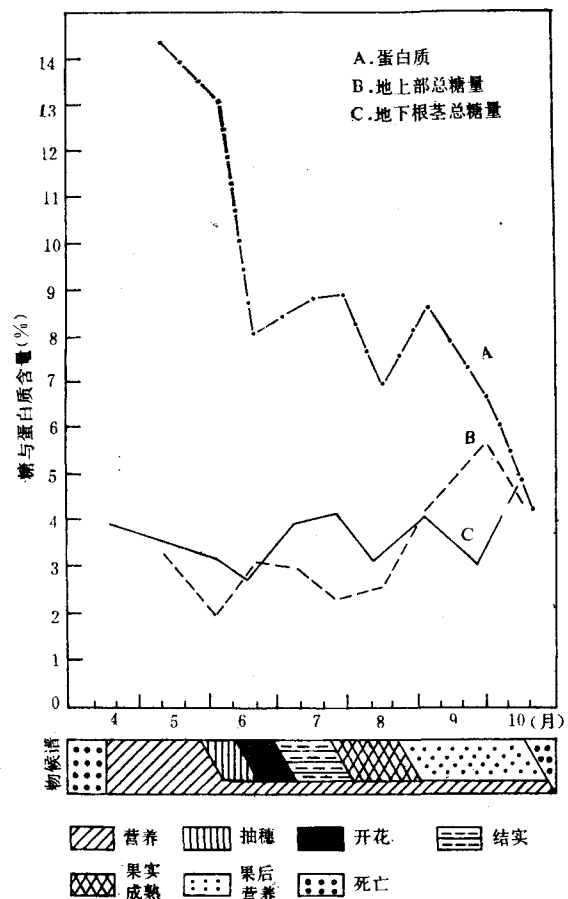


图 2 羊草可溶性糖与蛋白质含量的季节性变化

3. 羊草可溶性糖类含量的季节性变化与生长发育之间的关系

前面已经述及, 羊草可溶性糖类的含量随季节而变化, 而且与羊草的生长发育有着密切的关系。正如图 2 所示, 羊草从返青后生长至 9 月中旬期间, 从羊草地上部和根茎中含糖量的季节性变化曲线来看, 虽然它们的峰位有所错开, 但总的趋势是相一致的。地上部和地下根茎含糖量的第一个低谷, 分别出现在抽穗期和开花期间, 这是同羊草抽穗和开花期间消耗

了大量的可溶性糖类有关。第二个低谷, 分别出现在果实成熟期和果后营养期, 这是同羊草的生物学特性有关。从羊草的生物学特性来看, 羊草的营养枝条可分为两类, 一类为春性枝条, 即无性枝条, 一般是在春夏由更新芽生长发育而成, 具有若干节, 不形成花序, 到秋季整个枝条枯死。另一类为越冬性枝条, 都是在夏秋季由更新芽生长发育而成, 第二年春季新枝条生长发育, 并形成花序原基 (5 月), 能开花结实, 到秋季枝条枯死。我们分析, 羊草新器官的形成, 特别是有性枝条的生长发育, 开花结实, 都要消耗较多的可溶性糖类。地上部和根茎中含糖量变化的第二个低谷, 出现在羊草越冬性枝条的形成时期, 也就是因为越冬性枝条的形成而需要大量消耗可溶性糖类的结果出现的低谷。地上部含糖量从 9 月中旬以后又逐渐增加, 至 10 月初达到高峰, 然后显著下降, 而根茎中的含糖量从 9 月中旬开始下降, 9 月末出现低谷, 然后急剧增多。10 月初 (果后营养期的末期), 从图 2 曲线清楚地看到, 这个期间正是地上部含糖量急剧减少, 而根茎中含糖量急剧增多的转折时期, 也就是地上部的可溶性糖转移到根茎中被贮藏的时期。

4. 放牧、割草等人为活动的强度对羊草可溶性糖类含量的影响

以羊草为建群种的羊草群落, 是优良的天然草场, 因此, 常受到不同程度的利用。如过度放牧和频繁的割草, 不但影响草场的产量和质量, 而且也影响着羊草地下部生物量和根茎中可溶性糖类的积累和贮藏。

前面已讲到, 在正常情况下, 多年生根茎性植物利用光合作用所制造的可溶性糖类, 除供当年生长发育之外, 还可将部分贮藏于根茎中, 用来越冬和第二年地上部新器官的生长发育。但是, 在过度放牧条件下, 由于牲畜的啃食和践踏, 植物的同化器官常遭到不同程度的破坏, 致使光合生产受到严重影响, 结果, 有时不但不能向根茎中运输和积累可溶性糖类, 相反的却消耗原有的可溶性糖类, 致使牧草的再生力和生活力逐渐衰弱, 最后引起草场退化。

根据草场的利用形式和强度, 可将羊草草场划分为割草场、轻度放牧场和过度放牧场。经两年的调查 (1980—1981 年 10 月中旬), 不同利用强度下羊草根茎中可溶性糖类的含量差异很显著, 如过度放牧场羊草根茎中总糖量为 3.663%, 轻度放牧场为 5.96%, 割草场 (一年一次) 为 6.40%, 封闭草场 (当地叫备荒草场, 封闭后不放牧不割草, 枯草留待冬季或早春放养病弱和母畜) 中羊草根茎的含糖量为 7.234%。前 3 种草场中羊草的含糖量分别为封闭草场的 50.62%、82.43%、88.52%, 其中过度放牧场的含糖量最低。从以上数字明显地看出, 羊草根茎中可溶性糖类的含量与草场利用强度的大小之间有反比关系, 也就是说利用强度越大, 其含糖量越少 (参看表 3)。

表 3 不同利用强度对羊草根茎中含糖量的影响 (%)

测定项目 \ 利用强度	封闭草场	割草场	轻度放牧场	过度放牧场
单 糖	1.718	2.894	1.521	1.701
双 糖	5.516	3.505	4.435	1.961
总 糖	7.234	6.399	5.960	3.663

注: 采样品日期 10 月 15 日 (羊草枯黄期)。

表4 不同利用强度对羊草群落地生物量的影响 (千重·克/平方米)

利用强度 测定项目 土层 (厘米)		割草场				轻度放牧场				过度放牧场					
		总根量	根茎		其它	总根量	根茎		其它	总根量	根茎		其它		
			重量	占%			重量	占%			重量	占%		重量	占%
0—10		735.6	563.2	76.6	172.4	23.4	704	504	71.6	200	28.4	401	59	279	41
10—20		198.4	140.2	70.7	58.2	29.3	123.2	81.6	66.2	41.6	33.8	56	74.5	19.2	25.5
20—30		86.4	59.2	68.5	27.2	31.5	99.2	56	56.5	43.2	43.5	36.8	62.2	22.4	37.8
30—40		73.6	49.6	67.4	24	32.6	64	16	25	48	75	—	—	35.8	—
40—50		43.2	4.8	11.1	38.4	88.9	48	11.2	23.3	36.8	76.7	—	—	25.6	—
50—60		40	—	—	40	—	24	—	—	24	—	—	—	24	—
60—70		70.4	—	—	70.4	—	48	—	—	48	—	—	—	16	—
70—80		32	—	—	32	—	11.2	—	—	11.2	—	—	—	12.8	—
80—90		24	—	—	24	—	6.4	—	—	6.4	—	—	—	4.8	—
90—100		14.4	—	—	14.4	—	3.2	—	—	3.2	—	—	—	2.4	—
合计		1318	817	62	501	38	1131.2	668.8	59.1	462.4	40.9	494.4	52.8	441.4	47.2

注: (1) 羊草根茎主要分布在 0—15 厘米的土壤层内;

(2) 调查日期 8 月 20 日 (1980)。

反之, 越冬前羊草根茎中所含糖可溶性类的多少, 直接影响到羊草越冬和第二年的生长发育以及产草量, 例如, 在 8 月中作产草量调查, 过度放牧场为 166.5 斤鲜草/亩, 轻度放牧场为 299.7 斤鲜草/亩, 割草场为 932.4 斤鲜草/亩。同时对羊草群落的地下根系也有很大影响, 如过度放牧场地下总生物量为 935.8 克/平方米 (1 米土深, 干重), 轻度放牧场为 1,131.2 克/平方米, 割草场为 1,318 克/平方米 (参看表 4)。

综上所述, 对于羊草根茎中可溶性糖类的含量来说, 在秋季 (8 月下旬) 进行割草和轻度放牧时影响较小, 而过度放牧时影响却很大。根茎中可溶性糖类的含量过低将要影响第二年地上部生物量, 而受影响着的地上部生物量反过来又影响根茎中可溶性糖类的积累和贮藏, 这样会形成一种恶性循环, 所以, 羊草草场要长期保持高产优质, 首先要作到合理利用, 加强科学管理, 防止过度放牧。

5. 引洪淤灌对羊草根茎中可溶性糖类含量的影响

近几年我们在昭盟翁牛特旗西拉木仑河南侧白音他拉草原实验站, 利用引洪淤灌的措施改良草场, 其效果很显著。一般来讲, 引洪淤灌等于灌水加肥料的效果。据土壤分析的结果, 引洪淤灌后的第二年, 土壤表层 (0—15 厘米) 中普遍增加了腐殖质、全氮和全磷的含量。如淤灌后腐殖质的含量增加了 1.45—1.56%, 全氮量增加了 0.061—0.083%, 全磷量增加了 0.048—0.051% (参看表 5)。引洪淤灌后, 随着土壤水分状况和土壤营养物质条件的改善, 羊草群落地上部生物量显著提高, 据 9 月末测定, 淤灌后地上部生物量由淤灌前的 423.2 斤鲜草/亩, 提高到 1,372 斤鲜草/亩, 单位面积产量提高了 2 倍以上。

表 5 引洪淤灌对羊草地上生物量和根茎含糖量的影响

处 理 项 目	地上部生物量鲜草 (市/亩)	根茎总糖含量 (%)	土壤腐殖质 (%)		土壤全氮量 (%)		土壤全磷量 (%)	
			变幅	平均	变幅	平均	变幅	平均
没淤灌	盐化草甸土	423.2	0.64— 1.23	0.935	0.045— 0.077	0.061	0.019— 0.032	0.026
	碱化草甸土		0.87— 1.24		0.051— 0.101		0.019— 0.026	
淤 灌	1,372	6.36	1.72— 3.75	2.496	0.041— 0.241	0.144	0.033— 0.135	0.074

注: (1) 羊草地上部生物量于 8 月 20 日测定, 根茎采样 10 月 15 日 (1981);

(2) 淤灌的土壤与没淤灌土壤基本一致, 土壤分析数据均由林土所土壤室盐土组提供。

从表 5 可以看出, 随着羊草地上部生物量的增多, 根茎中可溶性糖类的积累和贮藏也显著的增加, 据 10 月中旬 (羊草枯黄期) 样品的分析, 淤灌前羊草根茎中总糖量为 3.54%, 相当于过度放牧场中的羊草根茎总糖量, 而淤灌以后总糖量为 6.36%, 相当于割草场中的羊草根茎总糖量 (参看表 3 和表 5), 淤灌后羊草根茎中可溶性糖类含量比没淤灌的增多了 2.82%。从以上数字中明显看出, 羊草根茎中可溶性糖类的积累和贮藏同其地上部生物量之间有密切关系, 一般来讲, 地上部生物量越多, 根茎中可溶性糖类的含量也越多。

三、结 语

1. 羊草中可溶性糖类含量的季节性变化同羊草本身的生长发育时期及生物学特性有着密切的关系, 从含糖量的季节性变化曲线来看, 低谷出现在糖类消耗量多的抽穗开花期以及越冬性枝条形成时期。羊草进入枯黄期(10月中旬)是地上部可溶性糖类输送到根茎中被贮藏的时期, 这一时期可看到羊草地上部含糖量急剧下降和根茎中含糖量急剧增多的现象。

2. 人为活动的性质和强度, 对羊草糖类含量有显著影响。如过度放牧对羊草越冬前根茎中可溶性糖类的积累和贮藏的影响很大。一般来讲, 草场利用强度越大, 根茎中含糖量就越少。在一定的范围内来讲, 可以考虑将根茎中含糖量的多少作为草场利用强度的一指标。据实际观测, 可以把3—4%的含糖量作为临界值。低于4%就意味着草场利用强度过大, 草场趋于退化。

3. 根据根茎中含糖量同草场利用强度、地上部生物量之间的相互关系, 羊草草场作割草场或轻度放牧场最适宜, 但不应过度放牧, 否则在天上部生物量和根茎中含糖量之间造成恶性循环, 最后导致草场退化。

4. 据羊草(地上部和根茎)中含糖量及地上部蛋白质含量同地上部生物量间的相互关系, 在该地区羊草草场的割草期应在8月中旬至9月初(即果后营养期)较为适合。

5. 随着土壤水分和营养条件的改善, 羊草地上部生物量能显著提高, 同时根茎中可溶性糖类也相应地增多, 一般来讲, 有地上生物量越高, 根茎中含糖量越多的趋势。

SEASONAL CHANGES OF SUBSTANCES' CONTENT STORED IN LEYMUS CHINENSIS AND ITS RE- SPONSES FOR DIFFERENT KINDS OF HUMAN ACTIVITIES

WEI JUN NAN INHAO

(Institute of Forestry and soil science, Academia Sinica)

Present paper discusses seasonal dynamics of sacharide and protein content in *Leymus chinensis* growing in different habitats which are natural grassland, pasture grassland (under grazing and over grazing), hay grassland and irrigated grassland. According to several year investigations, the interrelation of the seasonal dynamics of the substance content to the development of *Leymus chinensis* is reported and the regularity of interrelation between the sacharide content of rhizome and the biomass on the aerial part of the *Leymus chinensis* community is elucidated, to. Based on our study some suggestions for rational utilization of the *Leymus chinensis* community are proposed.