

引用本文格式 马志强, 马士钦, 朱叶, 等. 朔州市紫花苜蓿生长期气候条件分析[J]. 农业工程, 2023, 13(3): 62-66. DOI: [10.19998/j.cnki.2095-1795.2023.03.011](https://doi.org/10.19998/j.cnki.2095-1795.2023.03.011). MA Zhiqiang, MA Shiqin, ZHU Ye, et al. Climatic conditions during alfalfa growing period in Shuozhou City[J]. Agricultural Engineering, 2023, 13(3): 62-66.

朔州市紫花苜蓿生长期气候条件分析

马志强¹, 马士钦², 朱叶³, 蔡霞¹, 李丽慧¹, 梁桂花³

(1. 朔州市气象局, 山西 朔州 036001; 2. 秦皇岛市气象局, 河北 秦皇岛 066001;
3. 朔州市朔城区气象局, 山西 朔州 036001)

摘要: 苜蓿是一种使用价值和经济价值均较高的牧草, 朔州市广泛推广种植苜蓿对于农民增收、社会经济发展有着重要的意义。研究了苜蓿生长的特征指标, 结合中国气象局和山西省气象局信息中心整编的1991—2020年30年平均温度、降水量、光照、风速、蒸发量和积温等朔州市部分资料, 指出朔州市的年积温、年平均气温和日照等气象要素符合紫花苜蓿的生长发育需求, 年降水量对紫花苜蓿的正常生长发育有所不足, 在灌溉条件能够得到保证的前提下可以进行规模化种植。朔州市平川区和山区种植紫花苜蓿会有一定的差异性, 平川区比山区更适宜种植, 山区特别是不平整地块种植苜蓿可用于放牧或提升当地生态效益。朔州市在6月中旬—7月中旬为紫花苜蓿最佳播种时期, 4—6月如果土壤墒情好, 或有灌溉条件的也可以种植苜蓿。平川区的紫花苜蓿一年适宜刈割4次, 山区的紫花苜蓿一年适宜刈割3次。朔州市种植紫花苜蓿具有较好经济价值和使用价值, 可以进行大面积推广种植, 研究结论可为朔州市紫花苜蓿种植提供一定的依据。

关键词: 紫花苜蓿; 生长发育; 气候条件; 朔州市

中图分类号: S162.5 文献标识码: A 文章编号: 2095-1795(2023)03-0062-05

DOI: [10.19998/j.cnki.2095-1795.2023.03.011](https://doi.org/10.19998/j.cnki.2095-1795.2023.03.011)

Climatic Conditions during Alfalfa Growing Period in Shuozhou City

MA Zhiqiang¹, MA Shiqin², ZHU Ye³, CAI Xia¹, LI Lihui¹, LIANG Guihua³

(1. Shuozhou Meteorological Bureau, Shuozhou Shanxi 036001, China;

2. Qinhuangdao Meteorological Bureau, Qinhuangdao Hebei 066001, China;

3. Shuocheng Meteorological Bureau, Shuozhou Shanxi 036001, China)

Abstract: Alfalfa is a kind of forage with high use value and economic value. Widespread planting of alfalfa in Shuozhou City is of great significance to increase farmers' income and social and economic development. Based on research on characteristic indexes of alfalfa growth, combined with the 30 years' average temperature, precipitation, light, wind speed, evaporation, accumulated temperature and other data in Shuozhou City from 1991 to 2020 compiled by the China Meteorological Administration and Information Center of Shanxi Provincial Meteorological Administration, it was pointed out that annual accumulated temperature, annual average temperature, sunshine and other meteorological factors in Shuozhou City met growth and development needs of alfalfa, and annual precipitation was insufficient for normal growth and development of alfalfa. On the premise that irrigation conditions could be guaranteed, large-scale planting could be carried out. There were some differences between planting of alfalfa in pingchuan district and mountain areas of Shuozhou City. Pingchuan district was more suitable for planting than mountain areas. The planting of alfalfa in mountain areas, especially on uneven land, could be used for grazing or to improve local ecological benefits. The best time to plant alfalfa in Shuozhou City was from middle of June to middle of July. If soil moisture was good or there was irrigation conditions, alfalfa could also be planted from April to June. Alfalfa in pingchuan district was suitable for cutting 4 times a year, and alfalfa in mountainous areas was suitable for cutting 3 times a year. The planting of alfalfa in Shuozhou City has good economic value and use value, which could be popularized in a large area. It could provide a certain basis for planting of alfalfa in Shuozhou City.

Keywords: alfalfa, growth and development, climatic conditions, Shuozhou City

收稿日期: 2022-08-31 修回日期: 2022-11-17

基金项目: 山西省气象局2022年度科研项目(SXKMSQH20226319)

作者简介: 马志强, 高级工程师, 主要从事生态与农业气象研究 E-mail: 529919758@qq.com

马士钦, 通信作者, 助理工程师, 主要从事气象服务研究 E-mail: 1020905313@qq.com

在线投稿
www.d1ae.com

0 引言

紫花苜蓿是一种使用价值和经济价值均较高的牧草，为优质豆科多年生牧草，可人工大规模栽培，一次投入多年产出，其再生能力强、根系发达、生长迅速，花期5—7月，果期6—8月，具有抗逆性强、适应性广、利用期长、高产稳产、经济效益高和饲用价值高等特征。苜蓿为紫花苜蓿 (*Medicago sativa*) 的简称，被誉为“牧草之王”^[1]。苜蓿高产期年限4~8年，生长寿命长达20~30年^[2]。苜蓿蛋白质含量为18%~25%，富含多种营养物质，是优质的蛋白草料，具有强身健体、防病治病的功能。种植苜蓿还可以起到改善土壤、固定大气氮素、保持水土和改善生态等作用^[3]。国内外学者开展了大量苜蓿生长气候适应性的研究工作。吴建华^[4]认为阿鲁科尔沁旗紫花苜蓿生长期降水不足，在适当灌溉条件下能够进行规模化种植。周坚^[5]指出内蒙古丰镇市气温日较差大，对提高苜蓿的产量和品质较为有利。尹卫等^[6]分析了青海省共和县气象数据，表明当地光照、降水量和气温对紫花苜蓿正常生长的影响效应高于风速和气压的影响效应。吴立群等^[7]通过分析乌审召地区的气象数据，认为当地紫花苜蓿适宜播种期是3月和7月下旬。庄妍^[8]的研究表明，当土壤含水量达8%、5 cm土壤温度达5℃时，紫花苜蓿开始返青。朔州市广泛推广种植苜蓿对于农民增收、社会经济发展有着重要的意义。但学者们对朔州市苜蓿生长适应性气候研究较少，因此开展此项研究工作就显得尤为重要。

朔州市地处山西省北部，下辖怀仁市、右玉县、应县、山阴县、平鲁区和朔城区1市3县2区，位于东经111°52′~113°35′，北纬39°06′~40°22′，南北长约133 km，东西宽约145 km，总面积1.06万km²。朔州市2015年被农业部确定为整市推进草牧业发展的试点试验市，近年来全市积极推进优质牧草种植。朔州市草牧业发展迅速，从2014年开始形成一定的规模进行种植，2018年苜蓿种植面积比2014年翻了4倍，达1.27万hm²（19万亩）。截至2021年底，全市种植苜蓿留床1.33万hm²（20万亩），全市积极推进怀仁市、山阴县、朔城区3个0.33万hm²（5万亩）苜蓿基地建设，实施20万t青贮苜蓿行动。朔州市的苜蓿除了满足本地养殖企业需求外，还将苜蓿销到了省外的养殖企业。

1 朔州市气候概况

朔州市属于温带大陆性季风气候，四季分明。春季（3—5月）雨水较少、风沙较大，常出现干旱天气；夏季（6—8月）雨量集中，有大雨、暴雨、冰雹等天

气；秋季（9—11月）雨水较少，中午热、早晚凉；冬季（12月—次年2月）雨雪少、大风天气多、气候寒冷。按地理、气候特点右玉县、平鲁区划分为山区，怀仁市、朔城区、山阴县和应县划分为平川区。

1.1 气温时空分布

数据来源是中国气象局和山西省气象局信息中心整理的1991—2020年30年平均温度、降水量、光照、风速、蒸发量和积温等朔州市部分资料。朔州市年平均气温7.5℃，各县区平均气温为4.6~8.9℃。年极端最高气温山区为37.4~37.7℃，平川区为39.3~40.4℃，全市年极端最高气温为40.4℃，出现在应县（2005年6月22日）；年极端最低气温平川区为-32.0~-25.1℃，山区为-37.3~-28.8℃，全市年极端最低气温为-37.3℃，出现在右玉县（2000年1月25日）。从平均气温年变化曲线来看（图1），朔州市春夏季的升温坡度和秋冬季的降温坡度陡而对称，年平均气温和四季平均气温空间分布趋势都呈现山区低、平川区高的特点。

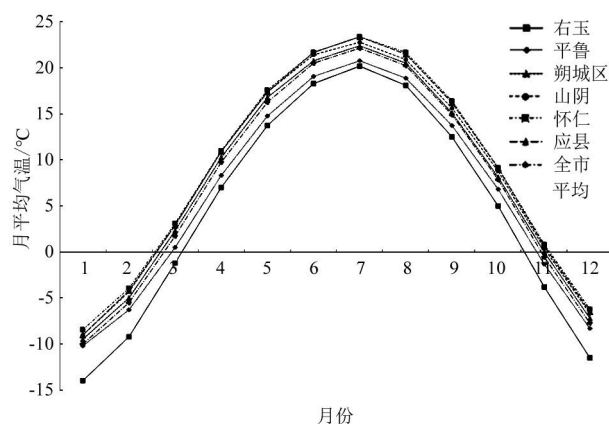


图1 1991—2020年朔州市月平均气温变化曲线

Fig. 1 Change curve of monthly average temperature in Shuozhou City from 1991 to 2020

1.2 降水时空分布

朔州市年均降水量为402.4 mm，各区县年降水量为372.2~432.0 mm。年和四季降水量的空间分布都呈现山区多、平川区少的特点。从降水量的变化曲线（图2）来看，一年中6—9月降水量较多，7月最多为100.8 mm，1月最少为2.0 mm。

1.3 日照时数时空分布

朔州市年平均日照时数为2691.9 h，各区县日照时数为2524.6~2826.6 h，空间分布呈现北部（右玉县、平鲁区、怀仁市）多，南部（朔城区、山阴县、应县）少的特点。冬季日照时数为543.8~607.5 h，春季日照时数为712.7~796.0 h，夏季日照时数为666.6~760.3 h，秋季日照时数为601.5~662.8 h。4个季节中春季和夏季日照最丰富，其次是秋季，冬季在4个季节中最少。

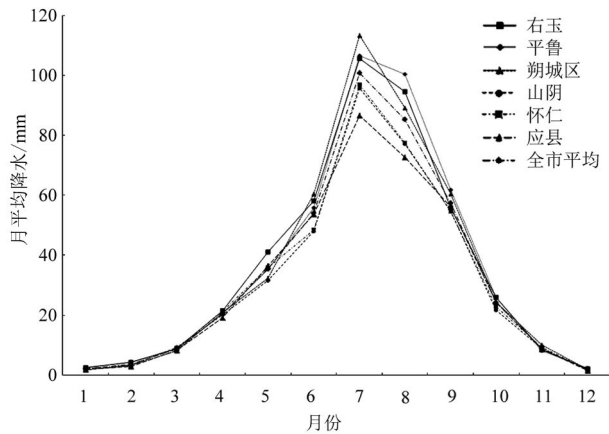


图2 1991—2020年朔州市月平均降水变化曲线
Fig. 2 Change curve of monthly average precipitation in Shuozhou City from 1991 to 2020

其中4、5和6月的日照时数显著较多(图3),春季和夏季充足的日照有利于紫花苜蓿的出苗及苗期旺盛生长。

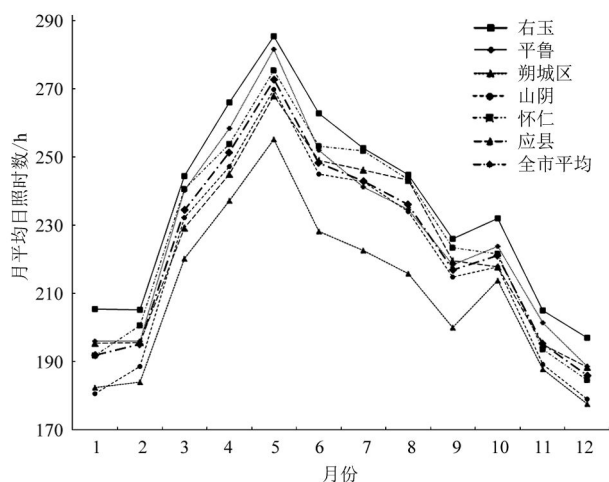


图3 1991—2020年朔州市月平均日照时数变化曲线
Fig. 3 Change curve of monthly average sunshine duration in Shuozhou City from 1991 to 2020

1.4 年霜日数、地温及冻土深度

朔州市年霜日数跨度较大,为28~111 d,山阴县和应县<40 d,怀仁市、平鲁区和朔城区在55~80 d的范围内,右玉最大为111 d。朔州市年平均地面温度为7.4~10.9 °C,5 cm年平均地面温度为7.3~10.2 °C,10 cm年平均地面温度为7.4~10.3 °C,20 cm年平均地面温度为7.4~10.4 °C,均为右玉县最低,应县最高。年最大冻土深度为105~179 cm。

1.5 各界限温度时空分布

日平均气温稳定在0 °C以上:平川区初始于3月14—16日,终止于11月12—15日;山区初始于3月24—29日,终止于11月1—7日。

日平均气温稳定在5 °C以上:平川区初始于4月4—7日,终止于10月24—28日;山区初始于4月

13—14日,终止于10月12—20日。

日平均气温稳定在10 °C以上:平川区初始于4月19—26日,终止于10月2—8日;山区初始于5月4—8日,终止于9月23—29日。

1.6 各界限温度初终期内的积温

0 °C以上积温:平川区3 609.4~3 859.0 °C,山区2 926.0~3 196.3 °C。

5 °C以上积温:平川区3 429.5~3 678.8 °C,山区2 786.5~3 041.3 °C。

10 °C以上积温:平川区3 057.1~3 319.2 °C,山区2 406.9~2 637.4 °C。

1.7 其他影响苜蓿生长的气象因子

朔州市年均风速为2.2 m/s。朔州市年平均相对湿度为47%~59%。夏季(以8月为代表)最大,为63%~72%。秋季(以9月为代表)次之,为58%~69%。冬季(以12月为代表)为48%~61%。春季(以4月为代表)最小,为34%~43%。朔州市年平均蒸发量为1 853.8 mm,为年降水量的4.6倍,5月和6月最大,超过280 mm;12月—次年2月最小,不足60 mm。朔州市影响苜蓿生长的气象因子如表1所示。

表1 1991—2020年朔州市各月气象因子

Tab. 1 Meteorological factors of Shuozhou City in each month from 1991 to 2020

月份	平均气温 / °C	平均降水量 / mm	平均日照时数 / h	平均蒸发量 / mm	平均风速 / (m · s ⁻¹)
1	-10.0	2.0	191.9	34.6	1.9
2	-5.5	3.5	195.0	57.3	2.2
3	1.8	8.7	234.5	127.5	2.6
4	9.7	20.6	251.3	227.3	2.9
5	16.3	35.4	272.7	303.6	2.8
6	20.5	54.1	248.4	282.9	2.3
7	22.2	100.8	242.9	236.6	1.8
8	20.3	85.2	236.0	193.4	1.7
9	14.9	57.3	217.0	160.5	1.8
10	7.8	24.2	221.1	121.6	2.0
11	-0.6	8.9	195.3	69.0	2.2
12	-7.7	1.9	185.8	39.6	2.2

2 朔州市苜蓿生长气候条件分析

2.1 温度

徐丽君等^[9]研究认为,紫花苜蓿生长温度为-41~39 °C。苜蓿适宜栽培区年平均气温为5~12 °C,≥5 °C的积温高于2 000 °C,≥0 °C的积温为3 000~5 000 °C,地理位置在北纬35°~45°。朔州市位于北纬39°06'~40°22',属于温带性季风气候,年平均气温为7.5 °C,各区县年平均气温为4.6~8.9 °C。≥5 °C的积温为2 786.5~3 678.8 °C,年极端最高气温为37.4~40.4 °C,年极端最低气温山区为-37.3~-25.1 °C。因此,

从温度和地理位置适宜条件来看,朔州市平川区和山区都适宜种植紫花苜蓿。平川区的无霜期也高于山区的无霜期,从这些气象因素来看,朔州市平川区比山区更适宜种植紫花苜蓿。

2.2 降水量

紫花苜蓿是一种喜水作物,对年降水量的最低要求为 300 mm,适宜的年降水量为 350~900 mm,超过 1 300 mm 则适应性差,苜蓿生长需水量为 600~1 100 mm^[10]。朔州市属于黄土高原,年均降水量为 372.2~432.0 mm,各区县降水量均能达到苜蓿生长的最低要求,但是达不到苜蓿生长的需水量,因此朔州市苜蓿种植要想达到高产就需要合适的灌溉支持。

2.3 光照

紫花苜蓿是一种喜光作物,光照条件越好,越有利于其生长^[11]。朔州市晴天日数较多,光照较充足,连阴雨天气较少,年日照时数为 2 524.6~2 826.6 h,可以满足紫花苜蓿各个生长周期对光照条件的需求,朔州市丰富的光照资源有利于紫花苜蓿光合作用的顺利进行,能够促进紫花苜蓿提高品质,积累更多的干物质。

2.4 其他影响苜蓿生长的气象因子

朔州市日平均气温稳定通过 0 °C 的日数为 218~247 d,符合紫花苜蓿的生长要求,其中平川区明显高于山区,更利于紫花苜蓿生长。年均风速为 2.2 m/s,朔州市年平均相对湿度为 47%~59%,风速、相对湿度均符合紫花苜蓿的生长需求。朔州市年平均蒸发量为 1 853.8 mm,为年降水量的 4.6 倍,年降水量不充足,因此要在苜蓿生长的各个关键期及时进行合适的灌溉。

3 紫花苜蓿在各生长关键时期的气象因子影响

3.1 播种

苜蓿种子萌发最适宜温度是 20 °C,最高温度是 31~37 °C,最低温度是 0~5 °C,北方地区苜蓿的播种以春播和秋播为主,当地温稳定达到发芽温度 5 °C 以上时,要抢墒进行春播,秋播最迟要在霜冻来临前 1~2 个月进行。朔州市属于干旱半干旱地区,所以要在有明显降雨过程时等雨播种,同时要避开干热风频繁发生的季节。朔州市对于低于 0 °C 气温持续时间较长的地区,采用夏播或者春播比较适宜。朔州市日平均气温稳定在 5 °C 以上为 4 月 4—14 日,终止于 10 月 12—28 日。综合各种气象因素,朔州市种植紫花苜蓿选用休眠 3、4 级品种较好,适宜在 6 月中旬—7 月中旬播种,此期雨热同期,利于出苗和生长,能够保证种植成功。4—6 月如果土壤墒情好,或有灌溉条件的也可以种植苜蓿。

3.2 生长

特木尔布和等^[3]研究表明,温度为 5~6 °C 时,苜蓿种子缓慢发芽,23~30 °C 时最适发芽,高于 35 °C 时发芽受阻,高于 37 °C 时发芽停止。日均气温 15~20 °C 时苜蓿的植株最宜生长,白天气温为 15~20 °C,夜间气温为 10~20 °C 是苜蓿生长干物质积累的最佳温度。良好的光照有利于苜蓿的生长。苜蓿返青 15~20 d 或出苗后 40 d 是生长最为旺盛的时期,这个时期有充足的光照和适宜的土壤水分对苜蓿快速生长较为有利。苜蓿出苗生长后 60~70 d 进入开花期,开花期最适宜的温度为 20~27 °C,湿度为 53%~75%。4 月下旬—6 月上旬为朔州市头茬苜蓿生长的关键期,此期要做好倒春寒天气的防御工作。

在生长期,要适时做好苜蓿的灌溉工作。特木尔布和等^[3]指出,苜蓿总的耗水量为 3 500~4 500 m³/hm²,返青时需水相对较少,后期需水量逐渐增多,在现蕾时期,要根据降水和土壤墒情情况适时进行灌溉,使土壤含水量达到 60%~80%。在播种期、返青期、苗期、分枝期、每次刈割前 7~9 d、刈割后 3~5 d 及入冬前 20 d,如果有有效降水,就不需要灌溉,如果没有就需要各灌溉 1 次,一年共灌溉 8~10 次,每次灌水量 300~450 m³/hm²。入冬前灌溉适宜的气温是夜间 0 °C 左右,白天 10 °C 左右。朔州市的苜蓿生长也需要在各个关键期及时进行合适的灌溉,以保证苜蓿在各个关键期都能茁壮成长。

从气温来看,朔州市 4 月中、下旬苜蓿出苗,此期苜蓿最怕寒潮、倒春寒天气,预报有此类天气时,可以采取灌溉保热量及使用防冻剂等措施确保苜蓿顺利返青。5—9 月最适宜苜蓿生长,4—5 月降水较少,此期要做好苜蓿的灌溉工作。

3.3 刈割

刈割苜蓿的指标是 10% 左右枝条开花的初花期枝条高度达 80 cm,再生的枝条高度在 5 cm 左右,与上一次刈割的时间间隔超过 60~80 d。头茬苜蓿一般需要生长 50~60 d,其余各茬,一般需要生长 25~35 d。末茬苜蓿刈割的危险期是初霜前 4 周到初霜后 2 周,尽量避开在此段时期进行末茬刈割。孙洪仁等^[10]认为,阿鲁科尔沁旗一般年份理想刈割模式为,第 1 茬为 6 月 1—5 日,第 2 茬为 7 月 5—10 日,第 3 茬为 8 月 5—15 日,第 4 茬为 10 月 15 日—11 月 15 日,通过研究,朔州地区的苜蓿刈割模式基本符合阿鲁科尔沁旗的刈割模式。在雨季,苜蓿刈割后要保证 12~24 h 的田间晾晒以收获半干草,保证 36~48 h 的田间晾晒以收获干草。此期要积极关注当地中、短期天气预报,尽量选择无雨期相对较长阶段进行苜蓿刈割,以提高晾晒效果,避免刈割后的苜蓿被雨水浸泡,

影响收获品质。为了安全越冬,苜蓿最后一次刈割一般在初霜冻之前的10~15 d,要注意苜蓿刈割前灌水要避开降雨和大风天气,以防止苜蓿倒伏。根据朔州市积温情况,平川区0℃以上积温3 609.4~3 859.0℃,紫花苜蓿每年可以刈割4次,山区0℃以上积温2 926.0~3 196.3℃,每年适宜刈割3次。

3.4 越冬

入冬时,如果有有效的降雪过程,大雪覆盖地面,会有利于地面下的苜蓿顺利越冬。如果没有有效的降雪过程,并且预测冬季气温异常偏低,在入冬时就要适时灌溉苜蓿地,以帮助地下的苜蓿顺利越冬。一般来说,朔州地区在苜蓿入冬前要浇好越冬水,防止来年倒春寒冻死幼苗和春旱旱死幼苗。

3.5 种植苜蓿经济价值

高雅灵等^[12]研究表明,水资源短缺的甘肃省民勤县,苜蓿、小麦、玉米和葵花均处于规模报酬递增阶段,而苜蓿各要素的弹性系数之和最高,具有更大的发展空间。朔州市种植紫花苜蓿纯收益可达15 000~22 500元/hm²,在经济价值方面,比燕麦、青贮玉米等牧草具有一定的比较优势,可以进行大面积推广种植。

4 结束语

朔州市的年积温、年平均气温、日照、风速和气压等基本符合紫花苜蓿的生长需求,降水量不符合紫花苜蓿的正常生长需求,在灌溉能够得到保证的前提下更宜在地势平坦的土地上进行规模化种植。朔州市平川区比山区更适宜种植紫花苜蓿。最好选择平川区面积较大、土地较平整、水利条件较为有利的地块种植苜蓿,平整面积大有利于机械化作业,山区的不平整地块种植苜蓿适于放牧或者提升当地的生态效益,而山区下湿平坦区域种植苜蓿也可以取得良好的效果。朔州市平川区的紫花苜蓿适宜刈割4次,山区的紫花苜蓿适宜刈割3次。6月中旬—7月中旬为朔州市最佳播种紫花苜蓿时期,4—6月如果土壤墒情好,或有灌溉条件的地块也可以种植苜蓿。为了苜蓿能更好地越

冬,在入冬前要浇一次越冬水。还要积极施好播种前的底肥和生长期的肥料,适时做好除草、病虫害防治及收割后的晾晒等工作以使其更好地生长。

参考文献

- [1] 中国饲料工业协会. 苜蓿青贮高效生产利用技术[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2018: 35-37.
- [2] 全国畜牧总站. 苜蓿燕麦科普系列丛书: 苜蓿育种篇[M]. 北京: 中国农业出版社, 2020: 1-58.
- [3] 特木尔布和, 步仁吉雅. 苜蓿生产[M]. 赤峰: 内蒙古科学技术出版社, 2020: 8-57.
- [4] 吴建华. 阿鲁科尔沁旗紫花苜蓿生长期气候条件分析[J]. *现代农业科技*, 2018(5): 188-193.
WU Jianhua. Analysis on meteorological conditions during alfalfa growth period in Ar Horqin Banner[J]. *Modern Agricultural Science and Technology*, 2018(5): 188-193.
- [5] 周坚. 丰镇市滴灌种植紫花苜蓿的气象条件分析[J]. *园林技术*, 2018(12): 19-21.
- [6] 尹卫, 杨国柱, 李小安, 等. 共和地区紫花苜蓿种植的气象条件分析[J]. *青海气象*, 2019(1): 39-42.
- [7] 吴立群, 罗玉昌, 桂南, 等. 乌审召优良牧草栽培气象条件[J]. *农业工程*, 2018, 8(8): 130-133.
WU Liqun, LUO Yuchang, GUI Nan, et al. Meteorological conditions for fine forage grass cultivation in Wushenzhao Town[J]. *Agricultural Engineering*, 2018, 8(8): 130-133.
- [8] 庄妍. 突泉县气象条件对紫花苜蓿生长发育的影响[J]. *农民致富之友*, 2019(14): 223.
- [9] 徐丽君, 辛晓平. 内蒙古苜蓿研究[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2018: 182-184.
- [10] 孙洪仁, 刘文清, 朱伟军. 苜蓿种植技术[M]. 北京: 中国林业出版社, 2020: 76-104.
- [11] 王雯卉, 杜红娟, 潘娜. 盐池县紫花苜蓿生长发育与气象条件初步[J]. *现代园艺*, 2018(7): 44.
- [12] 高雅灵, 林慧龙, 陈磊. 基于经济和生态视角的民勤县种植结构效益对比分析[J]. *干旱区资源与环境*, 2019, 33(4): 96-102.
GAO Yaling, LIN Huilong, CHEN Lei. Comparative analysis of planting structure benefits in Minqin based on eco-nomic and ecological perspective[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2019, 33(4): 96-102.