

杨泽龙,郑晓艳,王云彬,等. 内蒙古达拉特旗盐滩地紫花苜蓿返青温度条件分析[J]. 江苏农业科学,2019,47(23):281-284.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.23.067

内蒙古达拉特旗盐滩地紫花苜蓿返青温度条件分析

杨泽龙^{1,2}, 郑晓艳¹, 王云彬¹, 范丽娇¹, 赵建军¹, 陈泉勇¹, 苗百岭², 李 军³

(1. 内蒙古自治区达拉特旗气象局, 内蒙古达拉特旗 014300; 2. 内蒙古自治区气象科学研究所, 内蒙古呼和浩特 010010;

3. 内蒙古自治区达拉特旗牧乐源种养殖农民专业合作社, 内蒙古达拉特旗 014300)

摘要:分析内蒙古达拉特旗盐滩地紫花苜蓿返青气象条件,旨在探究气象服务过程中对紫花苜蓿返青的可预报性气象指标,为提升当地紫花苜蓿气象服务能力提供业务参考。结合 2018 年达拉特旗盐滩地紫花苜蓿生产田间调查数据,利用达拉特旗国家气象观测站 2005—2018 年间的日观测统计资料建立数据集,选择气温与地温的 14 个气象指标进行方差分析以及温度的动态分析。综合分析结果可知,日平均地表温度是能够较好地反映达拉特旗盐滩地紫花苜蓿返青气象条件的一个气象指标,当日平均地表温度超过且持续在 0℃以上波动时,可以作为开始返青的气象预报时间点。当 80 cm 地温开始高于 160 cm 地温时,可作为紫花苜蓿返青即将进入普遍期的气象预测时间节点。当 160 cm 地温开始高于 320 cm 地温时,可作为紫花苜蓿返青即将结束并开始进入旺盛分枝期的气象预测时间节点。当日平均地表温度将要降到 0℃或以下,或者降温幅度超过 10℃以上时,可作为达拉特旗返青紫花苜蓿遭受冻害的气象预警指标。

关键词:紫花苜蓿;气象服务;返青;河套灌区;地温;气象预测;气象预警

中图分类号: S162.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)23-0281-03

达拉特旗位于内蒙古河套灌区东部,地理坐标为 109°00′~110°45′E,40°00′~40°30′N,地处鄂尔多斯高原北端,黄河中游“几”字湾南岸。地形南高北低,南部以丘陵、沟壑为主,北部为黄河冲击平原,地势平坦,土地肥沃。农牧业生产形式,南部以天然放牧为主,北部以农业种植为主^[1]。全旗 13.7 万 hm² 耕地中,6.9 万 hm² 是不同程度盐碱化的盐滩地。近些年,达拉特旗利用盐滩地进行紫花苜蓿的规模化种植发展迅速,围绕紫花苜蓿生产开展气象服务,成为当地气象部门服务经济社会发展的现实需求。返青是紫花苜蓿年生产周期中的一个十分重要的物候期,是系关紫花苜蓿鲜草产量的基础阶段^[2-3]。温度是紫花苜蓿返青过程中最主要的气象条件^[3],分析达拉特旗紫花苜蓿返青气象条件,对于当地针对性开展紫花苜蓿返青气象服务具有一定的必要性。

1 材料与方法

返青田间调查地点为达拉特旗展旦召苏木牧乐源合作社紫花苜蓿种植基地,调查时间为 2018 年 3—5 月。调查样方面积为 1 m×1 m,样方间距为 20 m,样方共设 10 个重复,10 个样方以直线排列的随机样线形式布置。调查方法是对样方内已经返青和尚未返青的苜蓿株丛分别进行计数,并计算返青率。调查当次返青率=调查当次已返青株丛数/(调查当次已返青株丛数+调查当次未返青株丛数)×100%。此外,调查过程中发现,部分株丛终年不能返青,即返青过程有死株

现象。因此,以调查当次返青数与调查当年最多株丛数来计算实际返青率。计算方法:当年实际返青率=调查当次已返青株丛数/调查当年最大株丛数×100%。

进行返青温度条件分析的气象数据资料来源于达拉特旗国家气象观测站(110°01′59″E,40°23′33″N),数据分析软件为 SAS 8.1。

2 结果与分析

2.1 各月温度条件差异性分析

以达拉特旗国家气象观测站 2005—2018 年间 151 个观测日(不包括闰年的 2 月 29 日)为重复,选择 14 个温度指标为分析变量($X_1 \sim X_{14}$): X_1 为日平均气温, X_2 为日平均最高气温, X_3 为日平均最低气温, X_4 为日平均地表温度, X_5 为日平均最高地表温度, X_6 为日平均最低地表温度, X_7 为日平均 5 cm 地温, X_8 为日平均 10 cm 地温, X_9 为日平均 15 cm 地温, X_{10} 为日平均 20 cm 地温, X_{11} 为日平均 40 cm 地温, X_{12} 为日平均 80 cm 地温, X_{13} 为日平均 160 cm 地温, X_{14} 为日平均 320 cm 地温,于 1 月、2 月、3 月、4 月、5 月分别组建数据集,利用 SAS 8.1 软件进行方差分析,结果如表 1 所示。

由表 1 可知,1—5 月 14 个温度指标在日差异方面,除了 1 月日平均气温(X_1)、日平均最高气温(X_2)、日平均最低气温(X_3)、日平均最低地表温度(X_6)等 4 个指标外,其他日差异的分析结果均为显著($P < 0.05$)。在年差异分析方面,除了 5 月日平均最高气温(X_2)的差异不显著以外,其他年差异分析结果均为显著($P < 0.05$)。

由图 1 可知,从达拉特旗 1—5 月气温与地表温度 6 个指标($X_1 \sim X_6$)年平均值(2005—2018 年)的动态来看,2 月以前,气温和地表温度的升高趋势不明显,2 月中旬以后,气温和地表温度开始明显升高,特别是日平均最高地表温度在 6

收稿日期:2019-09-18

基金项目:内蒙古自治区自然科学基金(编号:2014MS0406)。

作者简介:杨泽龙(1976—),男,内蒙古乌兰察布人,硕士,高级工程师,主要从事生态与农业气象研究。E-mail: yangzelongabc@163.com。

表 1 达拉特旗 1—5 月各温度指标方差分析结果

指标	1 月			2 月			3 月			4 月			5 月		
	日差异		年差异	日差异		年差异	日差异		年差异	日差异		年差异	日差异		年差异
	F 值	显著水平	F 值	显著水平	F 值	显著水平	F 值	显著水平	F 值	显著水平	F 值	显著水平	F 值	显著水平	F 值
X ₁	1.35	0.105 4	12.89	<0.000 1	6.02	<0.000 1	10.24	<0.000 1	12.78	<0.000 1	8.09	<0.000 1	4.12	<0.000 1	2.19
X ₂	1.33	0.116 6	14.05	<0.000 1	4.6	<0.000 1	8.53	<0.000 1	7.65	<0.000 1	5.46	<0.000 1	2.96	<0.000 1	1.58
X ₃	1.3	0.140 6	8.73	<0.000 1	4.87	<0.000 1	7.63	<0.000 1	9.67	<0.000 1	5.92	<0.000 1	3.14	<0.000 1	2.43
X ₄	1.89	0.003 6	10.93	<0.000 1	9.37	<0.000 1	10.06	<0.000 1	24.29	<0.000 1	11.42	<0.000 1	4.2	<0.000 1	2.26
X ₅	2.53	<.000 1	40.22	<0.000 1	3.13	<0.000 1	9.77	<0.000 1	8.74	<0.000 1	3.88	<0.000 1	1.87	0.0043	2.49
X ₆	1.28	0.149 4	16.51	<0.000 1	5.07	<0.000 1	12.53	<0.000 1	6.58	<0.000 1	5.33	<0.000 1	3.15	<0.000 1	2.89
X ₇	2.04	0.001 3	20.58	<0.000 1	13.11	<0.000 1	14.84	<0.000 1	38.43	<0.000 1	16.13	<0.000 1	5.34	<0.000 1	4.71
X ₈	1.86	0.004 5	25.1	<0.000 1	15.86	<0.000 1	19.89	<0.000 1	54.22	<0.000 1	20.3	<0.000 1	8.29	<0.000 1	7.22
X ₉	1.75	0.009 5	30.25	<0.000 1	17.48	<0.000 1	23.46	<0.000 1	65.73	<0.000 1	23.67	<0.000 1	9.83	<0.000 1	9.36
X ₁₀	1.66	0.017 1	36.25	<0.000 1	19.36	<0.000 1	27.87	<0.000 1	73.54	<0.000 1	27.79	<0.000 1	11.46	<0.000 1	12.01
X ₁₁	2.73	<0.000 1	69.42	<0.000 1	25.13	<0.000 1	47.01	<0.000 1	74.68	<0.000 1	41.56	<0.000 1	19.66	<0.000 1	25.13
X ₁₂	38.01	<0.000 1	147.47	<0.000 1	21.88	<0.000 1	91.65	<0.000 1	51.55	<0.000 1	103.54	<0.000 1	75.34	<0.000 1	97.72
X ₁₃	326.95	<0.000 1	329.44	<0.000 1	11.04	<0.000 1	291.13	<0.000 1	40.61	<0.000 1	284.34	<0.000 1	418.77	<0.000 1	331.03
X ₁₄	1513.14	<0.000 1	2471.14	<0.000 1	662.43	<0.000 1	2274.31	<0.000 1	88.76	<0.000 1	254.39	<0.000 1	390.33	<0.000 1	537.96

注:表中显著水平为 SAS 系统“Pr>F”输出值,<0.000 1 表示 P 值小于 0.000 1。

个指标中,升高的幅度最大。6 个指标的总动态表现为日平均最高地表温度>日平均最高气温>日平均地表温度>日平均气温>日平均最低气温>日平均最低地表温度,且由于比热效应作用,地温日温差大于气温,1—5 月日平均最高地表温度始终在 0℃以上。在 2 月中旬以前,日平均地表温度和日平均气温的波动曲线基本重合,2 月中旬以后,日平均地表温度逐渐高于日平均气温,之后升高幅度日益增加,到 5 月底,日平均地表温度与日平均最高气温曲线相交、重合。

2.2 紫花苜蓿返青期间的温度条件

3 月初,调查点的紫花苜蓿开始陆续返青。由表 2 中田间调查结果可知,达拉特旗盐滩地紫花苜蓿在 2018 年 3 月下旬返青率已超过 70%。由于 2018 年 4 月初有一次较大幅度的降雪降温天气过程(查询天气实况历史得知),已返青紫花苜蓿受霜冻影响,在 4 月 17 日的返青调查中,返青率没增反降,返青率由 74.04%降到 42.86%。在 5 月 18 日的调查中,样方调查当次的返青率为 100.00%,但实际返青率由 3 月的 74.04%降到 68.27%。从 3 次调查的密度变化来看,紫花苜蓿密度从 3 月到 5 月是逐渐减少的。可见,2018 年 4 月的降雪降温天气对于紫花苜蓿的返青影响比较严重,以 5 月最终返青时的样方调查数据计算,2018 年达拉特旗盐滩地紫花苜蓿返青率的样方调查统计结果为 $213/312 \times 100\% = 68.27\%$,死株率为 $312/312 \times 100\% - 68.27\% = 31.73\%$ (调查当年仍不能正常返青视为死株)。

由于地温相对于气温而言,对早春紫花苜蓿返青时的根系活动的影响更为直接,且考虑日平均地表温度已经综合了日平均最高地表温度与日平均最低地表温度 2 个方面的气象条件,因此剔除 X₅ 和 X₆,选择 X₄、X₇~X₁₄这 9 个地温指标作为分析紫花苜蓿返青的主要气象条件。从 2018 年 1—5 月达拉特旗 0~320 cm 地温的动态(图 2)来看,320 cm 和 160 cm 的地温曲线一直处于 0℃以上,其余 7 个地温指标的曲线都于 2 月下旬前后,分别在 0℃以下和 0℃以上波动。2 月下旬以前,0~80 cm 的 7 个指标的地温基本表现为由下而上逐次降低;2 月下旬以后,7 个指标的地温基本表现为由下而上逐次升高。由图 2 中的曲线动态可以看出,3 月中旬以后,一直到 3 月底之前,80 cm 以上土层的地温升高较快,7 个指标的值相继超过 160 cm 地温的值。之后,一直到 4 月下旬以后,除 4 月初的降雪降温造成 40 cm 以上地温急剧下降以外,0~80 cm 的 7 个地温指标和 160 cm 的地温指标的值相继超过 320 cm 地温的值。4 月下旬之后,0~320 cm 土层温度呈现由上而下逐次降低的动态。

2.3 降温对紫花苜蓿返青的影响

为粗略估计 2018 年 4 月初的降雪降温天气对于调查地点紫花苜蓿返青的影响,将 3 月 20 日调查的返青率与 4 月 17 日调查的返青率相减得出这次降温对返青株丛造成的死株率数值,即 $74.04\% - 41.35\% = 32.69\%$ 。对于 4 月 17 日以后到 5 月 18 日调查时返青率的增高,考虑 2 个方面的影响,一是 4 月初的降温影响以后,根系尚未彻底冻死的部分株丛又重新返青;二是 3 月 20 日调查时尚未返青的部分株丛返青。如果 4 月 17 日以后到 5 月 18 日期间所有增加的返青株丛均为尚未彻底冻死的株丛又重新返青,不考虑 3 月 20 日调查时尚未返青株丛返青的因素,5 月 18 日的返青率应为 74.04%。

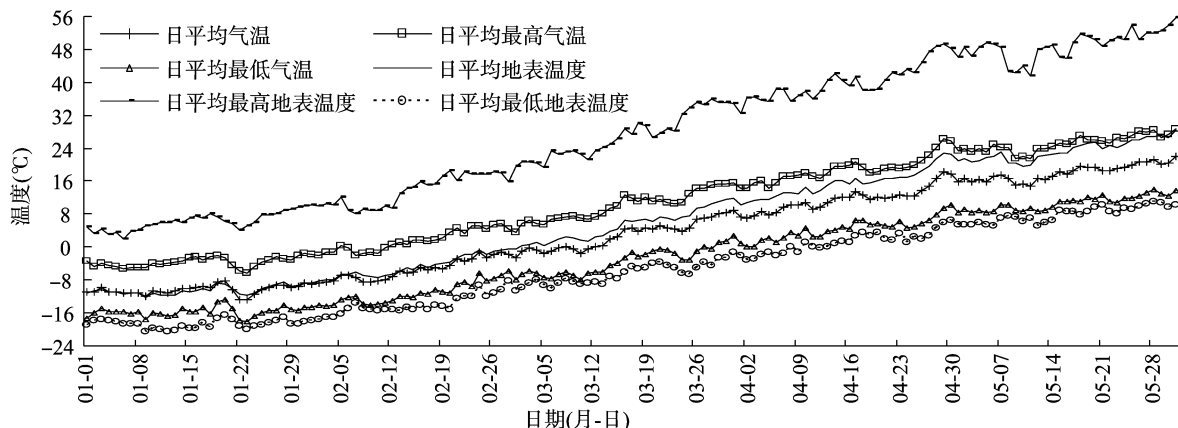


图1 达拉特旗 1—5 月气温与地表温度动态

表 2 达拉特旗 2018 年盐滩地紫花苜蓿返青情况

日期	样方调查总株丛数 (株)	返青株丛数 (株)	未返青株丛数 (株)	密度 (株/m ²)	调查当次返青率 (%)	当年实际返青率 (%)
3 月 20 日	312	231	81	31.2	74.04	74.04
4 月 17 日	301	129	172	30.1	42.86	41.35
5 月 18 日	213	213	0	21.3	100.00	68.27

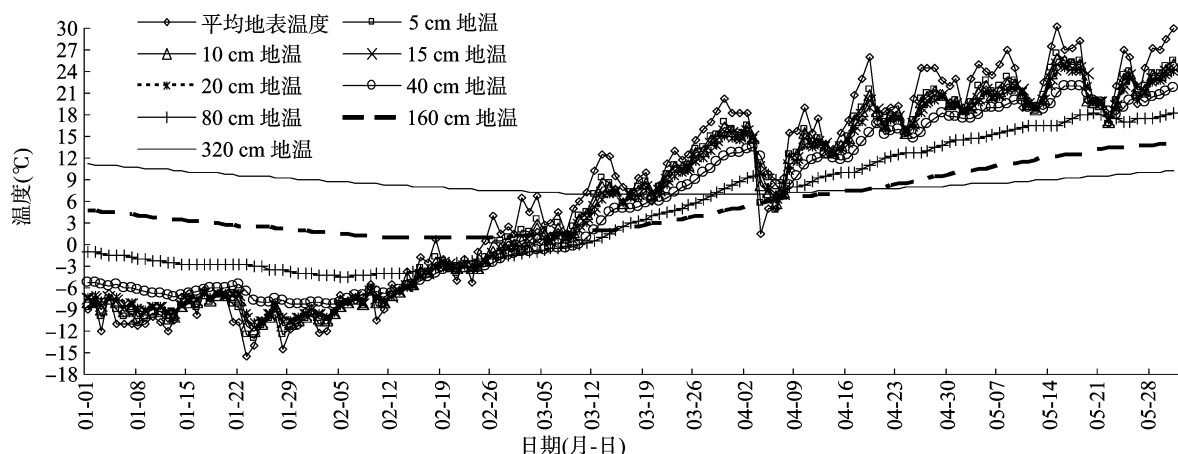


图2 2018 年 1—5 月达拉特旗 0~320 cm 地温动态

显然,比实际调查值(68.27%)要偏高。如果单纯考虑 3 月 20 日调查时尚未返青的株丛全部返青,而不考虑尚未彻底冻死的株丛重新返青的因素,则推算 5 月 18 日的返青率应为 $(1 - 74.04\%) + 41.35\% = 67.31\%$, 比实际调查结果(68.27%)略偏低。综合分析,4 月 17 日以后到 5 月 18 日调查时返青率的增高,可能有少部分是根系尚未彻底冻死的部分株丛又重新返青,但大多新增返青株丛更可能是 3 月 20 日调查时尚未返青的部分株丛返青所致。也就是说,4 月初的那次低温冻害对于紫花苜蓿返青的影响还是非常严重的,尽管可能有部分冻害株丛重新返青,但绝大多数冻害株丛因无法恢复正常生理活动而死亡。在 2019 年的实际生产中,由于株丛密度严重偏低,无法满足生产经济效益要求,对 2018 年遭受冻害的部分紫花苜蓿田块进行了耕翻、换种。

从图 2 中 4 月初降温的地温曲线变化来看,这次降温已经影响到了 80 cm 深的土层,除 160 cm 和 320 cm 地温外,0~80 cm 土层的地温曲线均有明显的凹陷。日平均地表温度由 18℃ 降到 0℃ 左右,5~20 cm 地温由 16℃ 左右降到

3℃ 左右,40 cm 地温由 14℃ 降到 7℃ 左右,80 cm 地温由 10℃ 左右降到 8℃ 左右。可见,虽然这次降温过程中 5~80 cm 地温仍在 0℃ 以上,但仍然对返青株丛造成了严重的冻害。

3 结论与讨论

2—5 月是达拉特旗盐滩地紫花苜蓿返青温度环境的主要影响时段。从 14 个温度指标的方差分析结果来看,苜蓿返青前的 2 月至苜蓿返青结束的 5 月之间,土壤与大气之间以及土壤不同土层之间的热交换是较为旺盛的,但是温度条件的日差异与年的显著性差异,也为返青期气象预测增加了不确定性。14 个温度指标中,日平均地表温度是对大气—土壤界面温度环境变化较为敏感,且对综合温度条件的反映性能比较稳定的指标。当日平均地表温度超过且持续在 0℃ 以上波动时,0~40 cm 土层的地温会迅速响应这一变化并向 0℃ 以上攀升,此时可以作为达拉特旗紫花苜蓿开始返青的气象预报的时间点。当 80 cm 地温与 160 cm 地温的差值为 0,即

袁巧云, 孙悦, 张迹. 多菌灵降解菌株 djl-10 的分离及降解特性[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(23): 284-288.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.23.068

多菌灵降解菌株 djl-10 的分离及降解特性

袁巧云, 孙悦, 张迹

(淮阴师范学院生命科学学院/江苏省环洪泽湖生态农业生物技术重点实验室, 江苏淮安 223300)

摘要: 从多菌灵生产废水处理系统中, 通过富集和选择性培养, 分离得到 1 株能高效降解多菌灵的细菌, 并将其命名为 djl-10。根据菌株的菌落形态、生理生化特性及基于 16S rDNA 序列的系统发育分析等, 初步将菌株鉴定为分枝杆菌属。该菌株能利用多菌灵作为唯一碳源、氮源进行生长并基本彻底矿化多菌灵。2-氨基苯并咪唑和 2-羟基苯并咪唑为菌株降解多菌灵的中间代谢产物。菌株能够在较宽温度和 pH 值范围内有效降解多菌灵, 其降解多菌灵的最适温度和 pH 值分别为 37 ℃、7.0。装液量试验结果表明, 菌株 djl-10 对多菌灵的降解明显依赖氧气。 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{3+} 等离子能够明显促进菌株 djl-10 对多菌灵的降解。此外, 本研究克隆和表达菌株 djl-10 的多菌灵水解酶基因 *mhe*。酶促反应结果表明, 纯化的重组酶 Mhe 对多菌灵具有明显的催化活性。

关键词: 分枝杆菌; 多菌灵; 生物降解; 废水处理系统

中图分类号: X172 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)23-0284-05

多菌灵是一种广谱、内吸性杀菌剂, 广泛应用于防控各种农作物的真菌病害^[1]。许多苯并咪唑类和托布津类杀菌剂均可在作物体内转化为多菌灵而起作用^[2]。多菌灵同时还是一种持久性环境污染物, 其半衰期在表层土壤中约为 3~15 周^[3-4]。值得注意的是多菌灵在土壤和水体中长期残留会进一步污染食品, 危害人们身体健康^[5-6]。研究表明, 多菌灵对动物的肝脏和内分泌系统有害, 是一种“三致”物质, 即使在较低浓度下也会对生物体造成伤害^[7-8]。我国每年多菌灵的生产量已超过 10 000 t^[9]。经生产和使用途径多菌灵进入环境中, 并在土壤、河流中残留, 对各种生物的生长繁殖以及人们的食品安全和身体健康造成潜在的危害。目前, 已经报道多种多菌灵降解菌株^[7-12]。本研究分离得到 1 株能高效降解多菌灵的分枝杆菌菌株, 并对其降解特性进行初步研

究, 以期进一步丰富高效多菌灵降解菌株的资源库。

1 材料与方法

1.1 化学试剂与培养基

多菌灵(纯度 > 98.0%), 由江苏新沂农药厂赠送; 用于高效液相色谱分析的色谱纯甲醇, 购自江苏汉邦科技股份有限公司。其他化学试剂均为普通国产分析纯试剂。

基础盐 (MSM) 培养基配方: 1.0 g/L NaCl, 1.0 g/L NH_4NO_3 , 1.5 g/L K_2HPO_4 , 0.5 g/L KH_2PO_4 , 0.2 g/L $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 1 000 mL 去离子水; 富集分离培养基: 在基础盐培养基中添加 0.01% 的多菌灵原药作为唯一碳氮源; LB 培养基配方: 10.0 g/L 胰蛋白胨, 5.0 g/L 酵母粉, 5.0 g/L NaCl, 1 000 mL 去离子水。

1.2 菌株的富集与分离

取多菌灵生产废水处理系统中的 5 mL 活性污泥加入到 100 mL 富集培养基中, 在 30 ℃, 180 r/min 条件下振荡培养。每隔 4 d 取 5 mL 富集培养物接种至 100 mL 新鲜富集培养基中。经连续 3 代富集后, 取富集液梯度稀释涂布到含过饱和多菌灵的基础盐琼脂平板上, 30 ℃ 培养 3 d。周围有透明圈的菌落即为疑似多菌灵降解菌, 将这些菌株用固体 LB 培养

收稿日期: 2018-09-03

基金项目: 国家自然科学基金(编号: 31300099)。

作者简介: 袁巧云(1981—), 女, 江苏盐城人, 硕士, 主要从事微生物学研究。E-mail: qiaoyunyan@163.com。

通信作者: 张迹, 博士, 讲师, 主要从事环境微生物学研究。

E-mail: zhangjihnu@163.com。

80 cm 地温曲线与 160 cm 地温曲线相交, 80 cm 地温开始高于 160 cm 地温时, 0~80 cm 土体的总体地温环境在 3 ℃ 以上, 紫花苜蓿整体根系的生理活动已经全面激活, 此时可作为紫花苜蓿返青即将进入普遍期的气象预测时间节点。当 160 cm 地温与 320 cm 地温的差值为 0, 即 160 cm 地温曲线与 320 cm 地温曲线相交, 并开始高于 320 cm 地温时, 0~320 cm 土体的地温环境进入到植物生长季正常态, 由下而上逐次升高, 总体地温环境在 6 ℃ 以上, 此时可作为紫花苜蓿返青即将结束进入旺盛分枝期的气象预测时间节点。基于降温对紫花苜蓿返青的冷害与冻害的灾害性影响, 在对达拉特旗紫花苜蓿返青期的气象服务中, 适时关注天气变化, 对日平均

地表温度 0 ℃ 或以下, 或者降温幅度超过 10 ℃ 以上的降温过程, 及时进行紫花苜蓿冻害预警, 提醒紫花苜蓿种植大户及时采取田间防御措施。

参考文献:

- [1] 杨泽龙, 苗百岭, 郑晓艳. 内蒙古达拉特旗黄河灌区春季返盐气象条件分析[J]. 中国农学通报, 2019, 35(6): 70-76.
- [2] 宁夏畜牧兽医学会草原研究会. 宁夏草地资源与牧草种植[M]. 银川: 宁夏人民出版社, 1989.
- [3] 马强, 王丽学, 王文杰, 等. 紫花苜蓿和羊草栽培草地返青规律[J]. 天津农业科学, 2016, 22(5): 67-70.