

紫花苜蓿产量与气候因子的相关性分析

任鸿远, 贾志宽*, 韩清芳 (西北农林科技大学干旱半干旱地区农业研究中心, 陕西杨凌 712100)

摘要 对关中地区13个5年生苜蓿品种的干草产量和5℃积温、日照时数、降水之间的关系进行了多元回归和通径分析。结果表明:紫花苜蓿干草产量与3个气候因子间存在着正相关,且都达到极显著水平;3个气象因子对产量的直接作用由大到小依次为:5℃积温>日照时数>降水,日照时数、降水通过5℃积温对产量产生正向间接效应;日照时数、5℃积温通过降水产生负向间接效应,5℃积温对于产量的形成具有决定作用。

关键词 紫花苜蓿;产量;气候因子;相关性分析

中图分类号 S542+.9 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)03-00686-02

Analysis of the Correlation between Alfalfa Yield and Climatic Factor

REN Hong-yuan et al (Agricultural Research Center in Arid and Semiarid Area, Northwest S & T University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract The correlation of yield of thirteen five-year growing alfalfa varieties and the climatic factor including accumulated temperature of above 5℃, sunshine hour and precipitation were studied with the method of correlation analysis and path analysis. The results showed that there was significant positive correlation between yield and climatic factor and the direct effect of three climatic factors on its yield was as follows: accumulated temperature of above 5℃ > sunshine hour > precipitation; and sunshine hour and precipitation had large positive indirect effect on the yield through accumulated temperature of above 5℃; accumulated temperature of above 5℃ and sunshine hour had negative indirect effect through precipitation; and accumulated temperature of above 5℃ was a decisive factor in yield structure.

Key words Alfalfa yield; Climatic factor; Correlation analysis

紫花苜蓿不仅抗旱、抗寒、耐盐碱,而且能够固氮改土、改善生态环境^[1],在我国农业生产上具有举足轻重的地位。目前国内有关苜蓿产量形成与气候要素关系的研究较少,大多停留在对苜蓿各生育期内气象要素的统计分析上。笔者通过对13个5年生苜蓿品种第1茬干草产量与5℃积温、降水、日照各气候因子的相关分析,以阐明气候因子与苜蓿产量的关系,为苜蓿生产提供基本的理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况 试验设在陕西杨凌西北农林科技大学农作一站。该站位于秦岭北麓、渭河平原西部的头道塬上,北纬34°21′、东经108°10′,海拔454.8 m,日照时数2 150 h,年平均气温12~14℃,极端最高气温39~40℃,极端最低气温-15~-21℃,全年无霜期221 d,年均蒸发量993 mm,年平均降水量621.6 mm。春季降水偏少、干旱,60%以上的雨量集中在7~9月,年际变化大,属暖温带半湿润气候。土壤为黑垆土,土层深厚、通气良好,有机质1.59%,全氮0.055%。

苜蓿前茬为小麦,小区面积2.0 m×9.0 m,5行区,行距30 cm,5次重复。2001年5月4~6日播种,播量15 kg/hm²,整个生长期不进行灌溉、施肥及化学防治措施,田间人工适时除草。自建植第2年起每年在初花期刈割。

1.2 试验材料 秋眠性水平与苜蓿的生产力有关,目前,秋眠级数被世界苜蓿产地作为苜蓿品种特性评定、区划和抗寒性预测的第一指标。所以选择不同秋眠级数的苜蓿品种作试材,更具有实际意义。试验共选用13个苜蓿品种(表1)。

1.3 试验设计 记录苜蓿生长期各气象指标:5℃的积温(X_1)、日照时数(X_2)、降水(X_3),并在开花初期测定不同苜蓿品种的干草产量(Y)。以各气象因子为自变量,干草产

量为因变量,运用DPS软件进行多元线性回归与相关分析,获得各性状与干草产量间的简单相关系数,然后进行偏相关和通径分析,按照偏相关系数和通径系数大小,进一步分析评价各气候因子对干草产量的直接和间接影响程度。

表1 13个供试品种及来源

编号	品种名称	秋眠级数	来源
1	巨人201+Z Aneistand201+Z	2	美国
2	牧野 Alfagaze	2	美国
3	新疆大叶 Xinjiangdaye	3	美国
4	全能 Ttd	3	美国
5	牧歌401+Z Anei Graze401+Z	4	加拿大
6	超级阿波罗 Apollo Supreme	4	美国
7	美国杂交熊 Miguzajiao	4	美国
8	爱菲尼特 Affinity	4	美国
9	保丰 Baderg	4	美国
10	胜利者 Victor	4	美国
11	路宝 LoBb	6	北京
12	爱博 Ani ba	7	美国
13	超级13R13R Supreme	8	美国

1.4 测定项目与方法

1.4.1 产草量的测定。在第1茬初花期(10%开花时)测定产草量。测产样方为1.0 m×1.0 m,齐地刈割,3次重复。田间称鲜草重,用四分法取样约100 g,于烘箱105℃下杀青15 min,80℃烘干至恒重,称量烘干重,计算青干比与干草产量。

1.4.2 气象资料来源。由陕西杨凌西北农林科技大学灌溉站提供。气象指标包括逐日最高气温、逐日最低气温、逐日平均气温、逐日降雨量、日照时数等。温度指标是返青至刈割期5℃的活动积温,降水指标是从返青至刈割期每天降雨量之和,日照时数是返青至刈割期每天实际日照时数之和。

1.5 数据处理 采用Excel2000进行简单处理和图表绘制,用DPS(v6.55)进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 各项数据与测量结果 由表2可见,超级13R的产量最

基金项目 西北农林科技大学植物育种专项(05YZ019);陕西省自然科学基金项目(2006C105)。

作者简介 任鸿远(1982-),男,河北保定人,硕士研究生,研究方向:旱区农业资源管理研究。*通讯作者,博士,博士生导师,教授, E-mail: zhikuan@tom.com。

收稿日期 2006-10-19

高; 下来依次是保丰、巨人201、牧野、全能、超级阿波罗, 产量均在5 000 kg/hm² 以上, 均高于平均产量, 其所对应的积温、日照时数、降水都高于平均水平。新疆大叶、美国杂交熊、爱博、爱菲尼特、胜利者、牧歌的产量偏低, 均低于平均产量, 其所对应的积温、日照时数、降水也相对偏低。

表2 不同苜蓿品种第1 茬草产量与相应的气候因子

品种	产量 kg/hm ²	5 积温	日照 h	降水 mm
巨人201+Z	5 675.29	1 209.0	1 232.1	96.5
牧野	5 651.30	1 209.0	1 263.4	99.4
新疆大叶	3 377.94	1 155.2	1 205.1	89.2
全能	5 540.99	1 204.0	1 258.7	99.4
牧歌401+Z	4 669.30	1 172.2	1 232.1	96.5
超级阿波罗	5 444.53	1 204.0	1 214.6	89.2
美国杂交熊	3 394.08	1 139.2	1 205.1	89.2
爱菲尼特	4 370.63	1 160.0	1 214.6	89.2
保丰	5 829.35	1 215.3	1 271.5	99.4
胜利者	4 509.17	1 168.1	1 232.1	96.5
路宝	4 813.48	1 188.2	1 246.5	96.5
爱博	4 128.63	1 148.7	1 214.6	89.2
超级13R	5 959.84	1 215.3	1 271.5	99.4
平均数	4 874.19	1 183.71	1 235.53	94.55
变异系数	0.18	0.02	0.02	0.04

2.2 相关分析 由表3 可见, 各气候因子与产量之间的相关系数均达极显著水平, 均呈较强的正相关性, 其大小依次为:

5 积温 > 日照 > 降水, 各气候因子间也呈显著正相关。

表3 气候因子和产量的相关系数

气候因子	5 积温 (X ₁)	日照 (X ₂)	降水 (X ₃)	产量(Y)
5 积温(X ₁)	1.000 0	0.81 **	0.75 **	0.97 **
日照(X ₂)		1.000 0	0.93 **	0.82 **
降水(X ₃)			1.000 0	0.75 **

注: *, P < 0.05; **, P < 0.01, 表4 同。

由表4 可见, 在除去降水、日照的影响后, 5 积温对产量的偏相关系数达极显著水平(P < 0.01), 5 积温对产量的影响最大, 而日照时数和降水的偏相关系数则未达显著水平(P < 0.05), 其中产量与降水呈负相关。因为降水增多的同时, 温度降低, 光照减少, 且降水易引起苜蓿大量倒伏, 影响了苜蓿的生长发育, 使产量下降。

表4 气候因子和产量的偏相关系数

气候因子	X ₁	X ₂	X ₃	Y
X ₁	1.000 0	0.043 5	0.032 1	0.899 3 **
X ₂		1.000 0	0.835 8 **	0.172 4
X ₃			1.000 0	-0.049 9

2.3 多元回归分析和通径分析

2.3.1 多元回归分析。根据表2 建立产量(Y) 与 5 积温(X₁)、日照时数(X₂)、降水(X₃) 的回归方程如下:

$$Y = -34 430.46 + 28.51 X_1 + 5.02 X_2 - 6.8 X_3$$

$$R = 0.967 5, R^2 = 0.936 0$$

方程达极显著水平(P < 0.01), 表明气象因子与产量的回归关系真实可靠。

从方程来看, 5 积温(X₁) 的回归系数最大, 其次是日照时数(X₂), 说明 5 积温对产量的效应最大, 日照时数(X₂) 次之。在其他因子不变的情况下, 积温每增加1 d, 产量就增加28.51 kg; 日照时数增加1 h, 产量增加5.02 kg; 而降水增加1 mm, 产量减少6.8 kg, 这是因为当降水增多时, 温度降低, 光照减少, 使产量下降。

2.3.2 通径分析。为了进一步了解各气象因子对产量的直接效应和间接效应, 在相关分析和回归分析的基础上进行通径分析^[3]。由表5 可见, 5 积温对产量的直接效应最大; 日照时数的直接效应为0.14, 居第2 位, 但它通过积温的间接效应为0.71, 大于它的直接效应, 因此日照时数对产量的贡献主要是通过积温的间接效应来实现的; 降水的直接效应为-0.44, 但通过积温和日照的间接效应为正值, 所以当只有降水增多时并不会使产量增加, 只有在积温和日照增加的情况下才有可能实现增产。

表5 气象因子与产量的通径分析

气象因子	相关系数	直接效应	间接效应		
			通过 X ₁	通过 X ₂	通过 X ₃
X ₁	0.97	0.88		0.11	-0.03
X ₂	0.82	0.14	0.71		-0.03
X ₃	0.75	-0.04	0.66	0.13	

3 结论与讨论

(1) 苜蓿是多年生牧草, 1 年可刈割多次, 但试验表明苜蓿第1 茬对年总产量的贡献最大^[4], 加之受雨季和第1 茬刈割期的影响, 第2、3 茬刈割期和生育期不一致, 其产量不具代表性。因此选用第1 茬产量代表全年产量, 具实际意义。

(2) 苜蓿在日平均气温未稳定通过0 ℃ 时不能萌动返青, 在春日气温升到5 ℃ 时, 苜蓿开始返青, 标志着苜蓿生长发育活动的开始^[6]。目前在苜蓿生理模式中也大多选用5 ℃ 作为临界温度。但植物在生长发育时期, 不仅要求一定的温度水平, 而且还需要一定的热量总和, 此热量总和通常是用该时期逐日平均气温的累积值表示。彭玉梅等试验表明, 苜蓿从出苗(返青) 至成熟需120 d 左右, 活动积温为2 150 d^[7]。所以在选用温度指标时, 以 5 ℃ 活动积温作为影响苜蓿生长的气象因子之一。

(3) 在实际生产中, 苜蓿的产草量会受到多种因子的作用, 笔者只针对气候因子作了分析。通过偏相关分析表明, 气候因子中 5 积温对产量的影响最大, 日照时数次之。所以在选择苜蓿品种时, 应根据当地的气候条件尽可能选择秋眠级数高的品种, 秋眠级数高, 返青早生育期长, 积温也就相应增加, 有利于产量形成。

(4) 将影响苜蓿产量的气候因子与产量进行多元回归, 方程极显著, 表明二者的关系真实可靠。通过回归方程可以大致预测当年的产量, 以及确定适宜刈割期, 以获取最大产量, 从而达到指导苜蓿生产的目。

(5) 产草量与气象因子的通径分析表明, 积温对于产量的直接效应最大, 但通过日照、降水的间接效应较小, 日照时数和降水的直接效应小, 但通过积温的间接效应大, 说明了积温是决定苜蓿产量的关键因素。

(上接第687 页)

参考文献

- [1] 耿华珠. 中国苜蓿 M . 北京: 农业出版社,1995 .
- [2] HANSON A A, BARNES D K, HILL R R. *Alfalfa And Alfalfa Agronomy* No. 29
[M] . USA, Wisconsin, ASA, C:SSA, SSSA. Madison.
- [3] 袁志发, 周静芋. 试验设计与分析 M . 北京: 高等教育出版社,2000 :187

- 194 .

- [4] 韩清芳, 贾志宽. 紫花苜蓿种质资源评价与筛选 M . 杨凌: 西北农林科技大学出版社,2004 .
- [5] 贾慎修. 草地学 M . 2 版. 北京: 中国农业出版社,2001 .
- [6] 杨青川. 苜蓿生产与管理指南 M . 北京: 中国林业出版社,2001 .
- [7] 彭玉梅, 崔鲜一. 紫花苜蓿生育与气象条件的研究 J . 内蒙古气象, 1996(2) :24 - 26 .