

# 基于二类调查的大凤川林场森林资源动态研究

赵亚宁, 马文艳, 盖含文

(甘肃子午岭林业管理局华池分局大凤川林场, 甘肃 华池 745600)

**摘要:** 以大凤川林场1986—2008年森林资源二类调查数据为基础, 借助地理信息系统技术和马尔科夫预测模型, 对大凤川林区22年间的森林类型转移变化进行了分析, 并对2020年大凤川林场的森林类型状况进行了预测。结果表明, 在过去的22年间, 大凤川林区有林地面积增加, 其他类型林地面积减少, 软阔叶类林地是当前的优势森林类型, 但硬阔叶类林地是林区未来的优势类型。

**关键词:** 森林资源二类调查; 动态研究; 大凤川林场

**中图分类号:** S757 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)08-0038-07

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2021.08.010

## Dynamic of Dafengchuan Forest Farm Based on Second Class Survey of Forest Resources

ZHAO Ya'ning, MA Wenyan, GAI Hanwen

(Dafengchuan Forest Farm of Ziwuling Forestry Administration Bureau of Gansu Province, Huachi Gansu 745600, China)

**Abstract:** Based on the secondary forest resource survey data of Dafengchuan Forest Farm from 1986 to 2008, the article analyzes the forest type transfer changes in the past 22 years with the help of GIS and Markov's model, in the end forecasts the forest type status of Dafengchuan Forest Farm in 2020. The results showed that in the past 22 years, the study area of forestland in Dafengchuan Forest Farm has increased, while the area of other types of forestland has decreased. Soft broad-leaved forestland is the dominant forest type at present, but hard broad-leaved forestland is the dominant forest type in the future.

**Key words:** Second class survey of forest resources; Dynamic study; Dafengchuan forest farm

子午岭林区是黄土高原目前保存较好的一块天然植被区, 是黄土高原中部地区重要的生态公益林之一。甘肃子午岭林区是陇东地区重要的水源涵养林, 也是庆阳市最大的国有林区, 更是庆阳经济社会发展的绿色屏障, 大凤川林场位于子午岭林区的核心区域。运用马尔可夫模型对大凤川林场森林资源动态变化进行分析并预测其发展趋势, 有助于了解林区森林形成、发展和演替的方

向, 通过森林规划、经营等途径, 施以科学的经营管理方式, 实现对森林资源的有效保护、恢复和永续利用<sup>[1-4]</sup>, 这对提高甘肃子午岭林区森林经营水平、维持区域生态功能过程的动态平衡、增强区域森林群落的完整性和稳定性也有重要价值<sup>[5-7]</sup>。

### 1 研究区概况

大凤川林场位于甘肃省庆阳市华池县境内, 介于东经 108° 12'~108° 24'、北纬 36°

收稿日期: 2021-03-08; 修订日期: 2021-07-16

作者简介: 赵亚宁(1977—), 男, 甘肃正宁人, 主要从事森林资源保护、培育等工作。联系电话: (0)18719702728。

通信作者: 马文艳(1986—), 女, 甘肃华池人, 硕士, 主要从事森林资源保护、培育、森林景观研究等工作。联系电话: (0)13689345754。

07'~36° 18', 属黄土高原丘陵沟壑地貌类型。地势呈北高南低, 海拔 1 073 ~ 1 665 m, 相对高差 200 ~ 400 m, 坡度一般 15 ~ 35°。属北温带大陆性季风气候区, 年平均气温 8.4 °C, 年无霜期 165 d, 年均降水量 481.2 mm, 土壤类型主要有灰褐土、黄绵土、黑垆土、草甸土。森林植被以暖温带阔叶林为主, 区内共有木本植物 43 科 82 属 172 种, 有野生脊椎动物 24 目 61 科 156 种, 其中鱼类 11 种, 两栖类 4 种, 爬行类 9 种, 鸟类 100 种, 兽类 32 种。国家一级保护动物有金钱豹、黑鹳、金雕、野雁等 4 种, 国家二级保护动物有豺、石貂等 13 种。大风川林场总经营面积 16 110 hm<sup>2</sup>, 其中林地面积 16 060.4 hm<sup>2</sup>, 非林地面积 49.6 hm<sup>2</sup>。活立木总蓄积量 684 118 m<sup>3</sup>, 森林覆盖率 95.84%, 林木绿化率 96.31%。

## 2 研究方法

### 2.1 数据来源

数据均来源于甘肃子午岭林业管理局华池分局 1986、1996、2008 年 3 期森林资源二类调查资料, 包括林相图、小班属性数据库、地形图以及相关统计资料。

### 2.2 数据预处理

对研究区林相图、地形图进行扫描、地理配准等进行数字化预处理。

### 2.3 矢量化

在 ArcGis10.2 支持下, 以林相图为底图进行矢量化, 建立 1986、1996、2008 年 3 期小班属性数据库作为基础数据。

### 2.4 景观分类

综合森林资源清查数据和研究区经营实际, 将研究区森林景观进行两级分类。第一级按地类划分, 有林地(100)、疏林地(120)、灌木林地(130)、未成林地(140)、苗圃地(150)、宜林地(170)和非林地(200); 第二级对有林地按树种组成来分类, 为软阔叶类林地(590)、硬阔叶类林地(490)和松类林地

(1111)。硬阔叶类林地的优势树种为栎类和杜梨, 软阔叶类林地的优势树种为杨类和桦类, 松类林地的优势树种为油松、落叶松、侧柏。

## 2.5 景观类型转移分析

基于 ArcGis10.2, 对 1986、1996、2008 年 3 期矢量化数据进行空间叠加分析, 通过 GIS 的计算结果提取各地类之间相互转化的面积, 根据转化面积结果, 建立研究区森林景观类型转移矩阵, 进而建立转移概率矩阵。转移概率是发生转移的森林景观类型面积除以相应的森林景观类型的基数<sup>[8]</sup>。转移矩阵、转移概率矩阵和马尔可夫预测模型的具体公式如下所示。

$$A_{ij} = \begin{pmatrix} A_{11} & A & A_{1n} \\ M & M & M \\ A_{31} & A & A_{nn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

式中,  $A_{ij}$  表示类型  $i$  转化为类型  $j$  的面积,  $n$  是森林景观类型的数目。假设  $P_{ij} = \frac{A_{ij}}{A_i}$ ,  $A_i$  为森林景观类型  $i$  在  $K$  时期的面积, 即  $A_i = \sum A_{ij}$ , 可以构成转移概率矩阵  $P$ :

$$P_{ij} = \begin{pmatrix} P_{11} & A & P_{1n} \\ M & M & M \\ P_{n1} & A & P_{nn} \end{pmatrix} \quad (2)$$

根据转移概率矩阵, 马尔可夫预测模型可表示为:

$$A(T+1) = A(T)P \quad (3)$$

式中,  $A(T+1)$  为  $T+1$  时期的状态矩阵, 也就是  $T+1$  时期森林景观类型的状态;  $A(T)$  为  $T$  时期的状态矩阵,  $P$  为  $T-1$  时期向  $T$  时期发生转移的概率矩阵。

## 3 结果与分析

### 3.1 一级森林资源类型转移分析

由表 1、表 2 可以看出, 1986—1996 年, 大风川林场有林地、灌木林地、未成林地、苗圃地和宜林地面积都在增加, 疏林地和非林地的面积减小。森林类型之间转移明显, 林区土地利用和森林类型处于调整阶段。

从转化方向看,疏林地转出面积最大,为2 163.00 hm<sup>2</sup>,占1986年总面积的52.08%;有林地次之,转出面积为1 635.01 hm<sup>2</sup>,占1986年总面积的15.01%;1996年转入面积最多的有林地面积为2 048.80 hm<sup>2</sup>,占1996年有林地总面积的18.12%;转入占比最大的是未成林地,占1996年未成林地总面积的65.32%。从发生转化的森林景观类型看,有林地、疏林地和未成林地与各类森林类型均发生转化,而灌木林地、苗圃地和非林地只与部分森林类型发生了转化。

林区森林资源的变化与这一时期研究区

的林业发展政策密切相关。大凤川林场1984年以后,逐步改农还林,农业用地逐渐消失,取而代之的是林地面积的扩充和与造林、森林资源保护等配套设施的增加。

由表3、表4可知,1996—2008年,大凤川林场有林地面积明显增加,其他各森林类型面积减少,并向有林地发展。从绝对数量看,各类型变化由大到小依次为有林地、疏林地、未成林地、灌木林地、宜林地、非林地、苗圃地,有林地净增加了4 174.91 hm<sup>2</sup>,而疏林地减少了2 752.49 hm<sup>2</sup>。从相对百分比看,疏林地转化为有林地的占比高达

表1 大凤川林场1986—1996年一级森林景观类型转移矩阵

时间	森林类型	1996年							1986年
		100	120	130	140	150	170	200	总计
1986年	100	9 255.30	873.17	153.83	387.00	21.94	168.18	30.89	10 890.31
	120	1 499.94	1 990.32	45.06	571.17	0.15	39.64	7.04	4 153.32
	130	30.76	12.64	74.94	23.10	0	16.56	0	158.00
	140	302.97	12.52	1.21	7.37	0.06	3.97	15.49	343.59
	150	16.75	1.43	0	0.03	10.93	0	0	29.14
	170	93.52	29.40	55.64	1.95	0	157.61	4.61	342.73
	200	104.86	7.98	3.17	0	0	39.39	79.84	235.24
1996年总计		11 304.10	2 927.46	333.85	990.62	33.08	425.35	137.87	16 152.33

表2 大凤川林场1986—1996年一级森林景观类型转移概率(P)

时间	森林类型	1996年							1986年
		100	120	130	140	150	170	200	总计
1986年	100	84.99	8.02	1.41	3.55	0.20	1.54	0.28	100
	120	36.11	47.92	1.08	13.75	0	0.95	0.17	100
	130	19.47	8.00	47.43	14.62	0	10.48	0	100
	140	88.18	3.64	0.35	2.14	0.02	1.16	4.51	100
	150	57.48	4.91	0	0.10	37.51	0	0	100
	170	27.29	8.58	16.23	0.57	0	45.99	1.35	100
	200	44.58	3.39	1.35	0	0	16.74	33.94	100

表3 大凤川林场1996—2008年一级森林景观类型转移矩阵

时间	森林类型	2008年							1996年
		100	120	130	140	150	170	200	总计
1996年	100	10 890.69	104.05	54.79	51.2	4.49	159.04	39.84	11 304.10
	120	2 874.44	24.39	2.33	3.83	0	19.57	2.9	2 927.46
	130	299.45	0.32	6.33	21.87	0	5.03	0.85	333.85
	140	969.48	5.73	3.55	1.22	0	7.79	2.85	990.62
	150	25.8	0	0	0	0	7.28	0	33.08
	170	348.31	36.65	4.52	1.91	0	29.72	4.24	425.35
	200	70.87	3.37	4.56	0	13.44	35.60	10.03	137.87
2008年总计		15 479.04	174.51	76.08	80.03	17.93	264.03	60.71	16 152.33

98.19%，未成林地转化为有林地的占比达97.87%。从转化方向看，各类森林类型之间都有转化，并且均有向有林地转化的态势，但疏林地、灌木林地、未成林地没有向苗圃地发生转化。

### 3.2 二级森林资源转移分析

从表5、表6可知，1986—1996年大凤川林场二级森林景观面积变化明显，硬阔叶类林地增加了287.15 hm<sup>2</sup>，软阔叶类林地

减少了477.08 hm<sup>2</sup>，松类林地开始出现，灌木林地、未成林地、苗圃地和宜林地都有所增加，疏林地和非林地面积缩减。从具体数值看，松类林地面积变化最大，净增加603.72 hm<sup>2</sup>，主要由软阔叶类林地和疏林地转化而来。从转化类型看，软阔叶类林地、疏林地和硬阔叶类林地向其他森林类型发生转化较多，灌木林地和苗圃地向其他森林类型转移较少。

表4 大凤川林场1996—2008年一级森林景观类型转移概率(P)

时间	森林类型	2008年							1996年总计
		100	120	130	140	150	170	200	
1996年	100	96.30	0.90	0.50	0.50	0	1.40	0.40	100
	120	98.20	0.80	0.10	0.10	0	0.70	0.10	100
	130	89.70	0.10	1.90	6.55	0	1.51	0.25	100
	140	97.87	0.58	0.36	0.12	0	0.79	0.29	100
	150	78.00	0	0	0	0	22.00	0	100
	170	81.89	8.62	1.06	0.45	0	6.99	1.00	100
	200	51.40	2.44	3.31	0	9.75	25.82	7.27	100

表5 大凤川林场1986—1996年二级森林景观类型转移矩阵

时间	森林类型	1996年									1986年总计
		490	590	1111	120	130	140	150	170	200	
1986年	490	2 086.81	1 109.01	14.17	216.18	45.88	72.67	1.25	24.37	10.07	3 580.41
	590	1 307.05	4 589.37	148.9	656.98	107.95	314.33	20.69	143.81	20.82	7 309.90
	1111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	120	413.92	830.25	255.76	1 990.33	45.06	571.17	0.15	39.64	7.04	4 153.32
	130	12.49	18.27	0	12.64	74.94	23.1	0	16.56	0	158.00
	140	27.92	182.58	92.47	12.52	1.21	7.37	0.06	3.97	15.49	343.59
	150	0.39	5.04	11.32	1.43	0	0.03	10.93	0	0	29.14
	170	16.77	64.6	12.15	29.4	55.64	1.95	0	157.61	4.61	342.73
200	2.21	33.7	68.95	7.98	3.17	0	0	39.39	79.84	235.24	
1996年总计		3 867.56	6 832.82	603.72	2 927.46	333.85	990.62	33.08	425.35	137.87	16 152.33

表6 大凤川林场1986—1996年二级森林景观类型转移概率(P)

时间	森林类型	1996年									1986年总计
		490	590	1111	120	130	140	150	170	200	
1986年	490	58.28	30.97	0.40	6.04	1.28	2.03	0.03	0.68	0.28	100
	590	17.88	62.78	2.04	8.99	1.48	4.30	0.28	1.97	0.28	100
	1111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	120	9.97	19.99	6.16	47.92	1.08	13.75	0	0.95	0.17	100
	130	7.91	11.56	0	8.00	47.43	14.62	0	10.48	0	100
	140	8.13	53.14	26.91	3.64	0.35	2.15	0.02	1.16	4.51	100
	150	1.34	17.29	38.83	4.91	0	0.10	37.50	0	0	100
	170	4.89	18.85	3.55	8.58	16.23	0.57	0	45.99	1.35	100
200	0.94	14.33	29.31	3.39	1.35	0	0	16.74	33.94	100	

表 7 大凤川林场 1996—2008 年二级森林景观类型转移矩阵

时间	森林类型	1996 年									1996 年总计
		490	590	1111	120	130	140	150	170	200	
1996 年	490	1 067.85	2 546.20	128.11	33.85	9.05	30.6	0	43.15	8.75	3 867.56
	590	1 642.56	4 834.06	163.50	43.49	33.38	17.76	3.06	69.8	25.16	6 832.82
	1111	57.28	347.29	115.23	15.33	12.35	2.83	1.42	46.09	5.90	603.72
	120	619.43	2 197.17	57.87	24.39	2.33	3.83	0	19.57	2.87	2 927.46
	130	69.76	183.01	46.68	0.32	6.33	21.87	0	5.03	0.85	333.85
	140	153.05	766.09	50.34	5.73	3.55	1.22	0	7.79	2.85	990.62
	150	0.34	22.04	3.42	0	0	0	0	7.28	0	33.08
	170	126.22	205.79	16.30	36.65	4.52	1.91	0	29.72	4.24	425.35
200	8.00	50.11	12.76	3.37	4.56	0	13.44	35.60	10.03	137.87	
2008 年总计		3 744.51	11 151.88	594.21	163.13	76.07	80.02	17.92	264.03	60.56	16 152.33

表 8 大凤川林场 1996—2008 年二级森林景观类型转移概率(P)

时间	森林类型	1996 年									1996 年总计
		490	590	1111	120	130	140	150	170	200	
1996 年	490	27.61	65.84	3.31	0.88	0.23	0.79	0	1.12	0.22	100
	590	24.04	70.75	2.39	0.64	0.49	0.26	0.04	1.02	0.37	100
	1111	9.49	57.53	19.09	2.54	2.05	0.47	0.24	7.63	0.98	100
	120	21.16	75.05	1.98	0.83	0.08	0.13	0	0.67	0.10	100
	130	20.90	54.82	13.98	0.10	1.90	6.55	0	1.51	0.25	100
	140	15.45	77.33	5.08	0.58	0.36	0.12	0	0.79	0.29	100
	150	1.03	66.63	10.34	0	0	0	0	22.01	0	100
	170	29.70	48.42	3.84	8.62	1.06	0.45	0	6.99	1.00	100
200	5.80	36.34	9.25	2.44	3.31	0	9.75	25.82	7.27	100	

由表 7、表 8 可知, 1996—2008 年, 大凤川林场二级森林类型变化显著, 除软阔叶类林地和疏林地外, 其他森林类型面积趋向稳定, 面积变化较小, 也反映出大凤川林场森林群落演变稳定。从绝对数值看, 软阔叶类林地和疏林地的面积变化最大, 松类林地面积变化最小, 软阔叶类林地在 大凤川林区占据绝对优势, 面积从 1996 年的 6 832.82 hm<sup>2</sup> 增加到 2008 年的 11 151.76 hm<sup>2</sup>。从发生转化的类型看, 硬阔叶类林地、软阔叶类林地和松类林地较为活跃, 与其他各森林类型发生均发生转移; 从转化方向看, 软阔叶类林地主要由硬阔叶类林地、疏林地、未成林地、松类林地转移而来, 这 4 类林地的转入面积占 2008 年软阔叶类林地面积的 52.52%。

### 3.3 森林资源变化分析

由图 1 可以看出, 1986—2008 年, 大

凤川林区有林地面积保持增长势头, 疏林地、非林地持续减小, 灌木林地、未成林地、苗圃地和宜林地面积表现出先增加后减小的趋势。

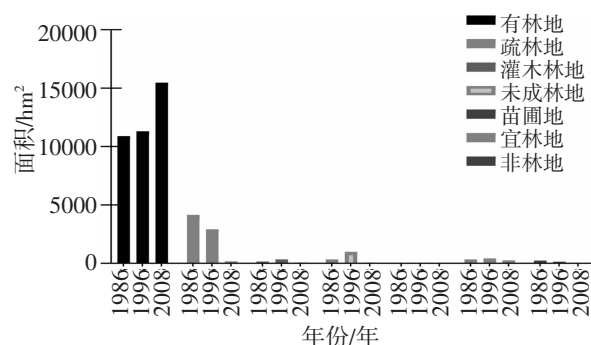


图 1 大凤川林场 1986—2008 年一级森林类型面积变化

从图 2 可以看出, 1986—2008 年, 大凤川林区硬阔叶类林地面积先增后减, 2008 年的面积大于 1986 年的面积; 软阔叶类林地面积先减后增, 2008 年的面积远远大于

1986 年的面积；松类林地 在 1986 年后形成，面积比较稳定。

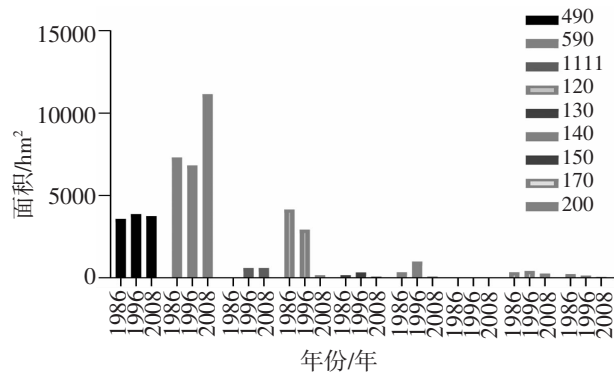


图 2 大凤川林场 1986—2008 年二级森林类型面积变化

### 3.4 2020 年森林类型预测

根据马尔可夫预测模型，以 12 a 为预测尺度，由公式(3)计算可获得大凤川林场 2020 年一级和二级森林类型面积(表9)。

由表 9 看出，2020 年大凤川林场一级森林类型基本保持稳定态势，各森林类型面积基本稳定，有林地较 2008 年仅增加了 0.18 hm<sup>2</sup>，灌木林地比 2008 年增加了 98.43 hm<sup>2</sup>，其他土地利用类型均无变化，这与大凤川林场经营实际在一定程度上相符，大凤川林场是一个纯林林场，从建场至今，经过 30 多年的植树造林和植被恢复，林场辖区内林地范围基本确定，森林群落发展演变受人类活动干扰减小，受自然因子影响深刻。

由表 9 可以看出，2020 年大凤川林场

表 9 大凤川林场 2020 年一、二级森林景观类型

一级森林类型	面积 /hm <sup>2</sup>	二级森林类型	面积 /hm <sup>2</sup>
110	15 479.22	490	3 916.04
120	174.51	590	11 084.95
130	174.51	1111	539.44
140	80.03	120	145.55
150	17.93	130	82.11
170	264.03	140	67.85
200	60.71	150	11.81
		170	241.97
		200	63.28

二级森林类型面积有增有减，但变化幅度较小，硬阔叶类林地面积较 2008 年增加了 171.53 hm<sup>2</sup>，灌木林地增加了 6.04 hm<sup>2</sup>，非林地增加了 2.72 hm<sup>2</sup>，其他类型森林面积都减小，以软阔叶类林地和松类林地减少最多，分别为 66.93、54.77 hm<sup>2</sup>，其他森林类型减少不大。这在一定程度上反映出大凤川林区森林类型趋向稳定，能够看出森林群落的演替方向，以栎类为主的硬阔叶类群落扩张，以杨类和桦类为主的软阔叶类群落缩减。

### 4 小结

大凤川林场自 1986 年开展森林资源二类调查以来，有林地面积逐年增加，疏林地、灌木林地、未成林地、苗圃地、宜林地和非林地的面积减少。有林地中的硬阔叶类林地将成为林区未来的优势类型，软阔叶类林地是目前林区的优势类型，松类林地变化较小。若在森林资源动态变化的基础上，对林区变化的驱动力进行分析，能够更全面的了解森林资源变化的外在因子<sup>[9]</sup>。

### 参考文献：

- [1] 徐化成，郑均宝. 封山育林研究[M]. 北京：中国林业出版，1994.
- [2] 兰国玉，雷瑞德. 植物种群空间分布格局研究方法概述[J]. 西北林学院学报，2003(2)：17-21.
- [3] 郭建国. 景观生态学—格局、过程、尺度与等级[M]. 2 版.北京：高等教育出版社，2007.
- [4] BASKENT E Z. Controlling spatial structure of forested landscapes: a case study towards landscape management[J]. Landscape Ecology, 1999, 14(1): 83-97.
- [5] 曹新向，郭志永，雒海潮. 区域土地资源持续利用的生态安全研究[J]. 水土保持学报，2004(2)：192-195.
- [6] 曹建英. 赵满来. 基于 GIS 的县级土地管理信息系统的设计和实现[J]. 甘肃农业科技，2005(2)：53-55.
- [7] 张 军，陈 英，程文仕，等. 榆中县土地

# 提高陈年番茄种子发芽率的外源物质筛选

何娟<sup>1</sup>, 王志鹏<sup>2</sup>, 王建成<sup>1</sup>

(1. 甘肃省农业科学院后勤服务中心, 甘肃 兰州 730070; 2. 永靖县关山乡人民政府, 甘肃永靖 731600)

**摘要:** 以陈年圣美 101 番茄种子为材料, 探究了水杨酸、硫酸锌、硝酸钾、氯化钙及磷酸二氢钾等外源物质浸种催芽对番茄种子萌发的影响。结果显示, 供试 5 种外源物质在一定浓度内均可以提高番茄种子发芽率, 其中浓度为 5 g/kg 磷酸二氢钾效果最显著, 其次是浓度为 2 g/kg 氯化钙, 硫酸锌的效果相对较差。

**关键词:** 番茄; 外源物质; 种子; 发芽率

**中图分类号:** S641.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)08-0044-06

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2021.08.011

## Screening of Foreign Substances to Increase Germination Rate of Tomato Seeds

HE Juan<sup>1</sup>, WANG Zhipeng<sup>2</sup>, WANG Jiancheng<sup>1</sup>

(1. Logistics Service Center, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. People's Government of Guanshan Township, Yongjing County, Yongjing Gansu 731600, China)

**Abstract:** The experiment used Shengmei 101 tomato seeds as research materials, the effects of exogenous substances such as salicylic acid, zinc sulfate, potassium nitrate, calcium chloride and potassium dihydrogen phosphate on seed germination of tomato were investigated. The results showed that the above five foreign substances can increase the germination rate of tomato seeds within a certain concentration, of which the concentration of 5 g/kg potassium dihydrogen phosphate has the most significant effect, followed by 2 g/kg calcium chloride, and zinc sulfate solution has a relatively poor effect.

**Key words:** Tomato; Foreign substances; Seeds; Germination rate

番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)是一种果类蔬菜, 在我国栽培面积达 84 万 hm<sup>2</sup>, 既可食用也可产生经济价值。所有的植物都会经历种子的萌发, 但种子的萌发受到多种

因素的制约, 如光照、温度、水分等<sup>[1]</sup>。种子的贮藏年限直接影响着作物种子的萌发率及幼苗的各项生理性指标, 番茄种子在自然贮藏过程中会遇到活力下降的问题, 而且种

收稿日期: 2021-05-10; 修订日期: 2021-06-24

作者简介: 何娟(1985—), 女, 甘肃白银人, 主要从事园林绿化技术工作。联系电话:(0931)7615056。

通信作者: 王建成(1976—), 男, 甘肃民勤人, 副研究员, 主要从事植物营养、土壤肥料与节水农业方面的研究与推广工作。联系电话:(0)13893668018。Email: tfswangjiancheng@163.com。

利用的景观格局分析[J]. 甘肃农业科技, 2008 (6): 3-8.

[8] 张宗震. 马尔可夫预测法基本原理解析与应用[J]. 成都电子机械高等专科学校学报, 2001 (2): 25-29.

[9] 余新晓, 李秀彬, 夏兵, 等. 森林景观格局与土地利用/覆被变化及其生态水文响应[M]. 北京: 科学出版社, 2010.

(本文责编: 陈伟)