

# 土壤温湿度和埋藏深度对马唐出苗的影响

虎 锋<sup>1</sup>, 武菊英<sup>2</sup>, 王庆海<sup>2</sup>, 李召虎<sup>1</sup>

(1. 中国农业大学 杂草研究室, 北京 100094; 2. 北京草业与环境研究发展中心, 北京 100089)

**摘要:**在温湿互作出苗实验中, 马唐在 25 ℃, 30 ℃, 35 ℃ 下播后 1~3 d 开始出苗, 在 15 ℃ 下需要 7~9 d 才能出苗。在土壤湿度为 60%、土壤温度为 25 ℃ 时, 达到最大出苗率(99.16%)。温度为 5 ℃, 10 ℃, 45 ℃ 在任何湿度以及湿度为 20% 在任何温度条件下都未见出苗。马唐的日出苗率随温度的变化曲线大致呈钟形。用 Logistic 曲线方程  $Y = k / (1 + a \cdot \exp(-b \cdot \text{day}))$  可以很好地描述马唐在不同的温度(15 ℃ ~ 35 ℃)和湿度互作下的累积出苗情况(从开始出苗之日起)。在深度出苗实验中, 马唐的最高出苗率在 1~4 cm 的深度, 其出苗率达 80%。

**关键词:** 马唐; 出苗; 温湿互作; 深度

**中图分类号:** S451.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7091(2004)03-0092-04

## Soil Temperature, Soil Moisture and Seed Burial Depth Effects on Common Crabgrass Emergence

HU Feng<sup>1</sup>, WU Ju-ying<sup>2</sup>, WANG Qing-hai<sup>2</sup>, LI Zhao-hu<sup>1</sup>

(1. The Agriculture University of China, Beijing 100094, China;

2. Beijing Research Center of Lawns and Environment, Beijing 100089, China)

**Abstract:** A study was conducted under controlled environmental conditions to determine the effect of soil temperature, soil moisture, and depth of seed burial on the emergence of crabgrass. Emergence occurred from 15 ℃ to 40 ℃ but was optimal at 20 ℃ to 30 ℃. Crabgrass emergence was optimal in moist soil with gravimetric water contents of 60%. No germination was observed in warm (40 ℃), dry (20%) soils. Emergence percentage decreased as water contents decreased of as temperature increased or decreased. A logistic equation described emergence of crabgrass at each combination of temperature and soil water contents at which emergence occurred. Emergence was greatest at soil depths of 2 cm to 3 cm.

**Key words:** Emergence model; Common crabgrass; Planting depth

马唐 (*Digitaria sanguinalis* L. Scop.), 禾本科马唐属, 一年生草本。在全国各玉米种植区马唐的出现频率达到 82% ~ 100%, 危害面积达 36% ~ 84%, 属于恶性杂草。若要有效地控制田间杂草的发生, 必须对杂草开始出苗时间、出苗高峰期和出苗率进行一定的预测。马唐和其他杂草一样, 出苗时间主要决定于种子所处的土壤环境条件, 土壤温湿度和种子埋藏深度是这些环境条件中最为重要的影响因素。然而, 每种杂草的发生都有各自的最适温

湿度和深度范围<sup>[1,2]</sup>。因此要预测马唐的出苗情况, 必须了解马唐出苗对土壤温湿度和种子埋藏深度的反应规律。有关这些因素的影响已有许多报道<sup>[3~5]</sup>, 但是大多数研究仅限于这些因素对出苗的影响规律分析, 其相关的出苗模型国内鲜有报道。研究并建立温湿互作、种子埋藏深度等条件对马唐出苗的影响模型对于预测马唐的出苗、危害以及制定相应的控制马唐发生的措施都有相当重要的意义。

收稿日期: 2004-05-18

基金项目: 国家“十五”科技攻关项目(2001BA509B07)

作者简介: 虎 锋(1978-), 男, 宁夏灵武人, 在读硕士, 主要从事杂草科学研究方面的工作; 王庆海为通讯作者。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

马唐种子采于 2002 年 10 月,采后置于纸袋中并放置于 2~5 ℃ 冰箱中保藏。发芽率为 93%。取风干土样过筛(孔径为 0.9 mm),在 105 ℃ 下,烘 48 h 以除去土壤中残存的种子。在进行试验时再在 105 ℃ 下烘干至恒重。

### 1.2 温度和湿度的设置

土壤温度梯度:5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 ℃ 共 9 个温度设置。土壤湿度梯度:20%、40%、60%、80%、100% 共 5 个土壤相对含水量梯度。无光照条件,空气湿度为(70±7%)。土壤温度和空气湿度均由人工气候箱设定。

土壤湿度的设定方法:将已准备好烘至恒重的无污染土样 350 g 放到三角漏斗(直径 12 cm)中,加一定量水于漏斗中,直到漏斗开始滴水为止,然后用封口膜将漏斗顶部封闭。24 h 后,测定该饱和土样中的含水量。将此 24 h 饱和水的含水量定为 100%,其他含水量以此为标准。称取定量的烘至恒重的无污染土样于直径为 9 cm 的培养皿中,再加入一定量水以达到所要求的土壤含水量。然后将此土样搅拌均匀,加盖,封闭于培养箱中,在所要进行试验的温度下放置 24~48 h 后,准备播种。

每个培养皿播种马唐种子 30 粒,使播种深度为 0.5 cm 左右。每个培养皿用封口膜封闭,以阻止水分的蒸发,然后称重(以观测土壤水分的变化)。3 次重复。固定温度,进行不同土壤水分含量下的马唐萌发试验。

调查方法:播后每隔 12 h 调查一次,记录开始出苗的时间。开始出苗后每隔 24 h 调查一次(调查的同时保证培养皿中的氧气的交换),共调查 21 d。记录调查时间及已萌发的株数(立锥高度大于 0.3 cm 为出苗标准)。调查时要迅速,以防土壤水分的蒸发。每次调查完后即可拔除已萌发的苗。模拟马唐累积出苗的 Logistic 方程为:  $Y = k / (1 + a \cdot \exp(-b \cdot \text{day}))$ 。其中  $Y$  表示马唐的累积出苗率。 $k$  表示马唐的最大出苗率。 $k$  和  $b$  是参数,其中  $\ln(a/b)$  为出苗达总出苗率 50% 时的天数。用 Logistic 方程能够很准确地预测温湿互作条件下植物种子的萌发和出苗<sup>[6, 7]</sup>。此方程只适用于开始出苗后的累积出苗情况。

### 1.3 种子埋藏深度

深度共 7 个水平,5 次重复。为 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6

cm。土壤温度在 20~25 ℃,土壤相对湿度控制在 50%~60%。在直径 6 cm,高 10 cm 的中间底部带孔的钵中,按照预设的播种深度放入马唐种子 20 粒,覆土浇水。每 24 h 调查一次,调查 21 d。

## 2 结果与分析

### 2.1 温度和湿度对马唐出苗的影响

结果显示马唐的最适出苗相对湿度为 60%, 100% 相对湿度下出苗率很低,最高出苗率仅为 40% (25 ℃)。这主要是因为高湿度下,种子所处环境中得不到足够的萌发所需要的氧气。并且在高湿度伴有高温条件时,种子往往由于未萌发而先发霉,从而降低了马唐种子的出苗率。当土壤相对水分含量过低时,马唐种子所需的水分得不到供应而不能萌发出苗,因此在土壤相对水分含量为 20% 时,在任何温度下 21 d 内均未发现马唐出苗(图 1)。马唐的最适出苗温度为 20~30 ℃,出苗率可达 90% 以上。低温如 5 ℃, 10 ℃, 高温为 45 ℃ 时在任湿度条件下马唐都未见出苗。

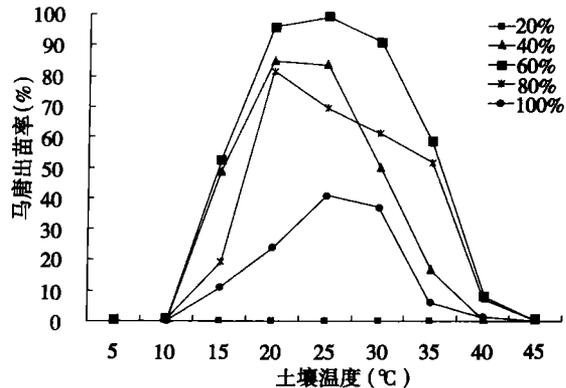


图 1 马唐种子在不同的土壤温度和湿度下的最大出苗率(21d)

温湿互作下,土壤湿度为 60%、土壤温度为 25 ℃ 时,马唐达到最大出苗率(99.16%)。从图 1 中也可看出马唐的出苗率随着温度的变化呈钟形曲线。马唐在温湿互作下出苗变化总体趋势同于李善林等人的研究结果<sup>[4]</sup>。但是马唐在某些温度(5 ℃, 10 ℃)以及在不同土壤相对水分含量下的出苗情况与其有所不同,然而姜德锋等人实验结果表明马唐的出苗起始温度为 15 ℃ 同于本实验结果<sup>[3]</sup>。

上述结果差异应该是源于实验方法的不同,从种子覆盖材料上来看,此实验是用相应的水分含量的土壤直接覆盖,而李善林等人用的是珍珠砂,材料的不同会导致透气程度的不同。不同的温湿条件对

马唐种子的开始出苗时间(Lagdays)也有较大的影响。在25℃,30℃,35℃下播后1~3d开始出苗,在15℃下需要7~9d才能出苗(图2)。因此在15℃到30℃时,马唐的开始出苗时间是逐渐缩短的,到30℃以后因为温度过高从而又延长了马唐种子出苗的时间。

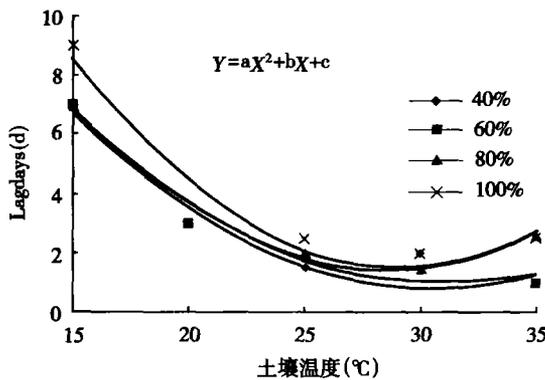
2.2 以温度和湿度为参数的马唐出苗模型

马唐的Lagdays模型是建立在不同土壤温度和湿度下的马唐开始出苗时间回归曲线,分成4个方程。在不同土壤湿度下的方程参数见表1。

表1 马唐Lagdays模型在5个温度梯度和4个水分梯度下的各参数值

土壤湿度(%)	a	b	c	R <sup>2</sup>
40	0.030 0	-1.710 0	25.800	0.979 3
60	0.024 3	-1.484 3	23.514	0.962 4
80	0.021 4	-1.341 4	21.971	0.958 7
100	0.035 7	-2.075 7	31.686	0.955 1

利用马唐的Lagdays模型可以预测在不同的温度和土壤水分条件下马唐开始出苗的时间(表1,图2),这对农学上的防治杂草措施具有重要的意义。



Lagdays模型方程为  $Y = aX^2 + bX + c$ , X代表不同的土壤温度, a, b, c为参数。4条曲线代表不同的土壤湿度下的Lagdays的变化特征

图2 马唐在不同土壤温度和湿度下的Lagdays(开始出苗时间)模型

Logistic方程即S型曲线,马唐的累积出苗率变化曲线正是该曲线(图3)。从15℃到35℃,在任何土壤相对湿度下,Logistic方程能很好地模拟马唐开始出苗后的累积出苗率,其相关系数均在0.85以上。但是由于40℃属于马唐出苗极限高温(在40%的水分条件下未发现马唐出土,100%的水分条件下出苗率很低),因此其出土规律只能近似用该模型表示。因此马唐的累积出苗时间模型共计22个方程。各方程参数及参数意义见表2。

k值随土壤温湿度的变化规律与图1的马唐出苗率的变化规律相同。从生物学角度反映了马唐的

最高出苗率。day = ln(a/b)为从马唐开始出苗以来出苗高峰时期。

表2 马唐出苗模型在6个温度梯度和4个水分梯度下的各参数值

温度(℃)	水分含量(%)	k	a	b
15	40	0.488 9	16.532 7	0.904 3
	60	0.525 9	10.406 4	0.763 4
	80	0.193 8	2.129 1	0.274 1
	100	0.150 2	10.391 2	0.254 6
20	40	0.848 3	0.000 3	1.949 5
	60	0.955 8	1.805 3	0.689 4
	80	0.812 5	3.354 0	0.554 4
	100	0.248 5	21.152 6	0.371 6
25	40	0.836 3	0.227 5	2.406 8
	60	0.991 6	0.129 7	2.381 6
	80	0.693 2	0.913 1	0.482 1
	100	0.406 3	37.123 3	0.710 6
30	40	0.502 0	0.574 1	0.289 8
	60	0.908 0	10.438 8	0.685 9
	80	0.609 3	0.002 6	1.863 9
	100	0.370 6	2.320 3	0.417 0
35	40	0.167 3	0.747 3	2.070 8
	60	0.585 4	52.445 1	2.497 0
	80	0.514 0	2.110 6	0.461 2
	100	0.059 7	370.371 0	2.600 8
40	40	-	-	-
	60	0.083 6	27.556 3	2.503 5
	80	0.071 7	0.661 4	2.291 2
	100	-	-	-

注:此Logistic方程为:  $Y = k / (1 + a \cdot \exp(-b \cdot \text{day}))$ , Y表示在某一天的马唐的累积出苗率, k表示马唐的最大理论出苗率, a和b是参数值。当day = ln(a/b)时,日期即为从马唐开始出苗以来出苗高峰时期。“-”表示没有出苗或出苗过少无法估计参数

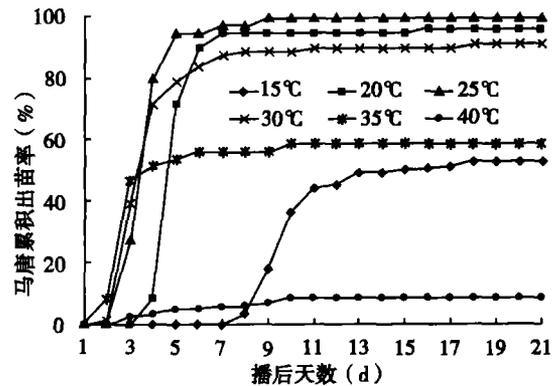


图3 在土壤相对湿度为60%时,不同温度下的马唐的累积出苗率(调查时间为21d)

马唐的整体出苗模型包括马唐的Lagdays模型和在马唐开始出苗后的Logistic模型。马唐的Lagdays模型可以预测在不同的温度湿度条件下马唐开

始出苗的时间,这对于预测和控制杂草来说是相当重要的。马唐开始出苗后的 Logistic 模型可以预测在不同的土壤温湿度下马唐的最大出苗率以及出苗高峰期。因此利用以上两个模型可以完全模拟马唐种子在土壤温湿度互作条件下的出苗情况。

### 2.3 种子埋藏深度对马唐出苗的影响

种子的埋藏深度和土壤温湿度一样对马唐种子的出苗有较明显的影响。其影响曲线呈抛物线形(图4)。马唐种子的出苗较适深度是1~4 cm(出苗率在80%以上),其中在深度为2~3 cm时,马唐出苗率可达90%以上,大于6 cm出苗很少。

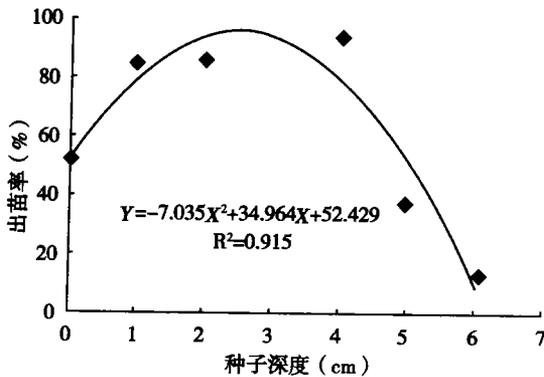


图4 埋藏深度对马唐出苗率的影响

## 3 讨论

影响马唐出苗的因素有很多,但是最主要的影

响因素是温度、土壤含水量、种子埋藏深度,研究并建立这些因素对马唐出苗的影响模型对于预测马唐的出苗、危害以及制定相应的控制马唐发生的措施都有相当重要的意义。在出苗模型的基础上,根据田间具体的气象数据可以预测马唐的出苗情况,可为杂草的控制和防除提供一定的理论基础。

### 参考文献:

- [1] Biswas P K, Bell P D, Crayton J L, *et al.* Germination behavior of Florida pusley seeds, I. Effect of storage, light, temperature and planting depth on germination [J]. *Weed Sci*, 1975, 23: 400 - 403.
- [2] Sharma M L. Interaction of water potential and temperature on germination of three semiarid plant species [J]. *Agron J*, 1976, 68: 390 - 394.
- [3] 姜德锋, 陈洁敏, 林文彬, 等. 玉米田杂草马唐的生长特性研究 [J]. *莱阳农学院学报*, 2000, 17(2): 113 - 115.
- [4] 李善林, 倪汉文, 张丽. 苋菜、马唐出土对温度、水分的反应 [J]. *草业学报*, 1999, 8(1): 58 - 61.
- [5] 吕德滋, 白素娥, 李香菊. 升马唐种群生态及其田间密度调控指标的研究 [J]. *植物生态学报*, 1995, 19(1): 55 - 63.
- [6] Hsu F H, Nelson C J, Chow W S. A mathematical model to utilize the logistic function in germination and seedling growth [J]. *Exp Bot*, 1984, 35: 1629 - 1640.
- [7] Schimpf D J, Flint S D, Palmblad I G. Representation of germination curves with the logistic function [J]. *Ann Bot*, 1977, 41: 1357 - 1360.

## 2005年《天津农业科学》征订启事

《天津农业科学》是天津市农业科学院信息研究所主办的综合性学术期刊。主要报道农林、植保、土壤肥料、园艺、畜牧兽医、农产品贮藏保鲜加工、水产、花卉等方面的基础理论、试验报告、实用技术和专题综述类文章及农业区划、科研管理等软科学论文。适合各级农业科技人员、农技推广人员、农业行政管理干部、农业大中专院校师生参阅。

开设栏目有: 专家论坛、畜牧兽医、植物保护、生物技术、贮藏加工、无土栽培与设施园艺、作物栽培与品种选育、种质资源、农业区划、信息技术、植物营养与土壤肥料等。

本刊为季刊,逢季末月25日出版,每期定价3元,全年12元,免费邮寄,国内统一刊号:CN12-1256/S,邮发代号6-165。

地址:天津市南开区白堤路268号

邮编:300192

电话:022-23678601 E-mail: tjnykx@163.com