

# 基于多传感器信息融合的组培苗生长统计模型

吴 琼<sup>1,2</sup>, 王 成<sup>1</sup>, 朱大洲<sup>1</sup>, 马明建<sup>3</sup>, 王纪华<sup>1,2</sup>

(1. 国家农业智能装备工程技术研究中心 北京 100097; 2. 吉林大学 生物与农业工程学院, 吉林 长春 130022;

3. 山东理工大学 轻工与农业工程学院 山东 淄博 255049)

**摘 要:** 通过建立融合多种外界环境因子作用下的植物组培苗生长建模方法, 研究环境因子与干质量之间的关系; 同时对组培苗的各环境因子及生长参数进行主成分分析以及 Logistic 回归分析。结果表明: CO<sub>2</sub> 对于影响组培苗的生长最为显著, 通过主成分分析可知, 干质量这个生长参数对组培苗的生长反映最为明显, 从而为组培苗的生长监控奠定基础。

**关键词:** 多信息融合; 生长模型; 多元统计

**中图分类号:** S 604<sup>+</sup> **3** **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)15-0094-05

近年来, 组培苗工厂化生产已作为一种新兴技术和生产手段, 在园艺植物的生产领域蓬勃发展。在组培苗培育过程中, 对其生长进行建模及仿真, 实现生长预测, 是数字农业的核心与关键技术<sup>[1]</sup>。荷兰瓦赫宁根大学的 de Wit C T 于 1965 年率先将系统科学与系统模拟技术用于农业生态系统的研究, 发展至今已经涉及到作物、动物、农业气候、土壤水分等诸多方面, 对农业各方面技术的研究发展和进步都起到了巨大的推动作用<sup>[2]</sup>。我国在作物模型方面的研究工作比国外起步较晚。直至 20 世纪 70 年代初期农业气象学科率先将统计学方法应用于作物与环境相关性的研究中, 20 世纪 80 年代初模式化栽培在我国得到较大发展, 此间主要是引进、修改和验证国外的作物模型, 在参考国外模型基础上根据我国的实际情况建立新的模型。高之亮<sup>[3]</sup>建立了水稻种模型 RICEMOD, 随后将作物模拟与水稻栽培的优化原理结合起来, 吕军等<sup>[4]</sup>在作物生长动态模型 MACROS 和农田水分平衡模型的基础上, 引进并建立了农田水分平衡与作物生长动态耦合综合模拟模型。潘学标等<sup>[5]</sup>建立了棉花模型 COTGROW, 并制成了中国第一个大型的作物模拟软件“水稻栽培计算机模拟优化决策系统(RCSODS)”。在新疆维吾尔自治区等地棉花产

区进行系统验证和生产应用, 取得较好成效。曹卫星等<sup>[6]</sup>建立了基于作物—环境—技术关系的小麦生长模拟模型, 提出了适用于不同时空环境的小麦生育调控指标及栽培管理的动态知识模型。侯加林等<sup>[7]</sup>通过对番茄不同发育阶段与环境因子关系的分析, 建立了番茄生长发育的非线性动态模拟模型。罗新兰等<sup>[8]</sup>在日光温室以番茄为试材, 从模拟日光温室光合有效辐射(PAR)、温度、CO<sub>2</sub> 浓度日变化着手, 进一步模拟日光温室番茄作物单叶光合速率的日变化。张娟等<sup>[9]</sup>采用基于遗传算法的 RBF 神经网络实现了对温室栽培番茄茎的生长过程的建模, 该模型将温室室内的温度、相对湿度、光照强度和 CO<sub>2</sub> 浓度作为番茄生长过程的主要影响因素, 结构简单, 易于实现, 且具有较高的精度, 可用于温室栽培番茄生长过程中主要器官的建模过程。孙忠富等<sup>[10]</sup>根据国内的温室栽培黄瓜试验数据, 在 Tomsim 模型的基础上, 确定模型的相关参数, 建立适合我国温室环境的黄瓜生长发育模拟模型。史为民等<sup>[11]</sup>采用机理模型来量化不同叶龄叶片的光合作用, 并以实测光合速率确定光合速率模型中参数和验证, 不同叶龄的黄瓜叶片其光合特性存在较大差异。

综上所述, 作物生长建模应该以综合各类信息技术为途径, 扩展并强化它在农林业中的广泛应用。以往的生理数学模型中, 大多数将作物生长生理因素, 例如, 茎粗、叶面积、根数、植株生长的高度、节间距等因素作为建立模型的参考变量, 但环境因素, 如光照、CO<sub>2</sub> 浓度、温度、相对湿度的变化对作物生长的影响因素同样应该加以考虑, 这就需要结合温室环境因子动态变化、作物形态发育、干物质分配等部分, 利用计算机技术进行信息融合, 研究作物生长动力学模型, 实现以植物为本的

**第一作者简介:** 吴琼(1982-), 女, 在读博士, 现主要从事农业信息智能决策平台技术研究工作。

**通讯作者:** 王纪华(1958-), 男, 研究员, 博士生导师, 现从事农业信息智能决策平台技术研究工作。E-mail: wangjh@nercita.org.cn

**基金项目:** 农业部“948”资助项目[2006-G63(5), 2010-S20]。

**收稿日期:** 2010-07-10

组培苗生长监控。

多传感器信息融合技术,是指对来自多个方面的数据进行多级别、多层次的处理,从而产生新的有意义的信息,而这种新信息是任何单一提取的信息所无法获得的<sup>[12]</sup>。基于多种环境因子的信息融合技术对植物组培苗进行建模及仿真,能够更加精确、深入的监测组培苗的生长。因此,现采用多传感器信息融合技术综合环境因子及组培苗本身的生长参数,在信息融合的基础上,进行植物组培苗的生长建模,为植物生长模拟及控制提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 组培苗无糖培养系统

利用自行研制的开放空间组培苗培养系统进行组培苗无糖培养试验,组培苗培养系统结构如图1所示。以试管培养法培养的菊花组培苗为试材,将其切成若干段,每段带2片叶的小植株,为无糖,增施CO<sub>2</sub>。将小植株定植在栽培槽上小塑料杯(直径42 mm)中的珍珠岩中,用营养液调配系统定时供给营养液(营养液采用1/4MS配方)到栽培槽,为组培苗供给营养,并增施CO<sub>2</sub>气体进行开放式培养。

试验时,采用顶部光照,光照度为2 260~4 000 lx。每天光照时间为6:00~18:00(即光周期为12 h,其中6:00~17:00增施CO<sub>2</sub>),CO<sub>2</sub>浓度控制设定值分别定为300、600、900、1 100、1 300、1 500、1 700、1 900 μmol/mol。在(25±5)℃条件下培养。为130株(上层64株,下层66株),培养22 d后测量各项指标。由于长期试验,其所设定的温度和湿度范围都是利于组培苗生长的范围;试验重点在于CO<sub>2</sub>对组培苗生长发育的影响;又考虑到光照的因素,均采集在午后14:00光照相对最强时期的温度、湿度及CO<sub>2</sub>数据。测取数据时,分别从上层和下层中选取5列,每列选取3个,抽取15株具有代表性的样本植株,共30组,采用手工方法、计算机视觉、电子天平,测量组培苗的根长、根数、株高、开展度、叶面积、茎粗、节间长度、去根鲜质量以及烘干后的重量等外观形态参数。

1.2 多传感器信息融合的原理

多传感器信息融合,又称多传感器数据融合,指的是对不同知识源和多个传感器所获得的信息进行综合处理。消除多传感器信息之间可能存在的冗余和矛盾,利用信息互补。降低不确定性,以形成对系统环境相对完整一致的理解,从而提高智能系统决策和规划的科学性、反应的快速性和正确性,进而降低决策风险过程<sup>[13]</sup>。通过一定的算法“合并”来自多个信息源的信息以产生更可靠、准确的信息,并根据这些信息做出最可靠的决

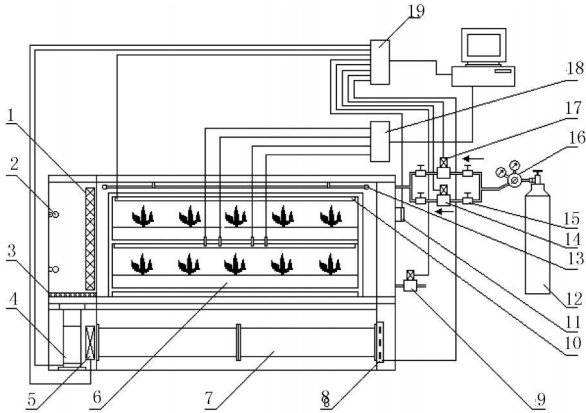


图1 培养箱环境控制的系统结构

Fig. 1 System structure of the incubator environment control

注:1. 高效空气过滤器;2. 紫外灯;3. 中效空气过滤器;4. 风机;5. 加热器;6. 栽培槽;7. 通风管道;8. 制冷器;9. 营养液电磁阀;10. 荧光灯;11. 排风口;12. CO<sub>2</sub>气瓶;13. CO<sub>2</sub>施放器;14. 粗控CO<sub>2</sub>电磁阀;15. CO<sub>2</sub>截流阀;16. CO<sub>2</sub>调压阀;17. 精控CO<sub>2</sub>电磁阀;18. 数据采集卡;19. 开关量输出卡。

Note: 1. HEPA filter; 2. UV light; 3. Efficiency air filters; 4. Fans; 5. Heaters; 6. Planting trough; 7. Ventilation pipe; 8. Cooler; 9. Nutrition liquid solenoid valve; 10. Fluorescent; 11. Exhaust outlet; 12. CO<sub>2</sub> cylinders; 13. CO<sub>2</sub> cast device; 14. Coarse control CO<sub>2</sub> solenoid valve; 15. CO<sub>2</sub> valve closure; 16. CO<sub>2</sub> regulators; 17. CO<sub>2</sub> solenoid valve precision control; 18. Data acquisition; 19. Switch output card.

策。其基本原理为把各种信息或数据(图象、声音、气味、形状纹理等)转换成对环境的有价值的解释,需要大量的复杂的智能处理。多传感器信息融合可分为3个级别:数据级融合、特征级融合及决策级融合,其具体含义分别为<sup>[14]</sup>:数据级融合:所有传感器必须是同类型的或是相同量级的,通过对原始数据进行关联,来确定已融合的数据是否与同一目标或实体有关,有了融合的传感器数据之后就可以完成像单传感器一样的识别处理过程;对于图像传感器,数据级融合一般涉及到图像画面元素级的融合,因而数据级融合又称为像素级融合。

特征级融合:在信息预处理和提取特征后,对获得的景物信息如边沿、形状、轮廓、方向、区域和距离等进行综合与处理,每个传感器观测一个目标并完成特征提取以获得来自每个传感器的特征向量,然后融合这些特征向量并就基于获得的联合特征向量来产生身份估计,从多源传感器数据中提取有代表性特征,形成单一的特征向量,然后用模式识别的方法进行处理。

决策级融合:融合之间,每种传感器的处理部件已完成决策或分类任务,信息融合只是根据一定的准则和决策的可信度做最优决策,以便具有良好的实时性和容

错性, 在一种或几种传感器失效时也能工作; 在每个传感器对象的位置、属性、身份做出初步的识别后, 再对这些多个识别结果进行融合; 决策级融合是最高水平的融合, 其融合首先是对每一数据进行属性说明, 然后对其结果加以融合, 得到目标或者环境的融合属性说明。现采用特征级融合, 在信息预处理和提取特征后, 对获得的温度、相对湿度、CO<sub>2</sub> 浓度进行参数特征提取, 通过多元统计方法, 进行相互关联, 综合三者有效信息, 共同用以建立组培苗生长模型方程。

1.3 组培苗多元统计模型建立方法

所谓多元统计分析是指用于研究多个变量之间的关系, 一般来说, 典型的多元统计分析主要可归纳为二类问题: 一类是决定某一样本的归属问题, 其中判别分析、聚类分析即属于此类问题; 另一类问题则是研究一个变量与多个变量之间关系的, 包括多因素方差分析、多元回归、多元相关和时间序列分析<sup>[15]</sup>。现采用主成分回归分析来对组培苗的各生长因素进行相关分析, 同时分析多个自变量(温度、相对湿度、CO<sub>2</sub> 浓度)对因变量的影响, 用二值 Logistic 回归进行组培苗生长分析建模。

表 1 二值 Logistic 回归分析结果

Table 1 The results of Logistic regression						
试验 Test	温度 Temperature	相对湿度 Relative humidity	CO <sub>2</sub>	Y(生长状态) Growing status	回归系数 Correlation coefficient	标准误差 Standard error
1	26.3	74.7	884	1	-9.65598	8.16099
2	29.1	77.3	1 100	1	0.13489	
3	33.0	77.1	906	1	0.09757	
4	27.2	38.2	643	0	-0.00102	
5	24.2	72.7	1 287	0		
6	23.0	66.1	1 939	0		
7	23.1	69.4	957	1		
8	26.0	80.7	1 748	1		
9	24.7	79.2	1 339	0		
10	27.5	75.2	1 900	0		
11	29.5	62.0	475	0		
12	28.9	85.6	882	0		
13	32.5	76.6	917	1		
14	29.2	77.4	1 122	1		

2.2 CO<sub>2</sub> 浓度与组培苗生长的关系方程

对 CO<sub>2</sub> 浓度为 600、1 100、1 300、1 500、1 700、1 900 μmol/mol 分别作主成分统计分析, 回归出 CO<sub>2</sub> 浓度与组培苗生长的关系方程, 即 CO<sub>2</sub> 浓度影响组培苗生长的生长模型。选取 CO<sub>2</sub> 浓度为 1 900 μmol/mol 时组培苗生长的参数信息进行主成分分析举例来说明, 共选取 30 株组培苗进行生长参数测量试验, 如表 2 所示。

由相关矩阵的特征分析可知, 第 1 个特征值 λ<sub>1</sub>=7.1105, 大于 1, 而其余的特征值都小于 1。第 1 个主成分所包含的信息占全部信息量的 82.86%, 可以说明第 1

分析软件工具为 MINITAB 15。

2 结果与分析

在植物组培苗的统计分析试验中, 自变量为温度、湿度和 CO<sub>2</sub> 浓度, 因变量为植物组培苗的生长(用 1 表示)和死亡状态(用 0 表示), 共选取 14 次组培苗试验数据信息。

2.1 Logistic 分析结果

在 MINITAB 15 中建立工作单数据文件, 进行二值 Logistic 回归分析, 如表 1 所示。由以上 Logistic 分析结果可知, 基于多元统计信息融合的植物组培苗生长方程为

$$y = \frac{1}{1+e^p}, \text{Logit}(p) = -9.65598 + 0.13489x_1 + 0.09757x_2 - 0.00102x_3 \tag{2}$$

式中, x<sub>1</sub>—温度; x<sub>2</sub>—相对湿度; x<sub>3</sub>—CO<sub>2</sub>。由于式中 x<sub>1</sub>、x<sub>2</sub> 的系数为正数, 因而它们直接影响组培苗生长; x<sub>3</sub> 的系数为负数, 因而 x<sub>3</sub> 左右组培苗的生长; 若 x<sub>3</sub> 减小, 则温室组培苗的生长缓慢, 若 x<sub>3</sub> 增大, 则温室组培苗的生长增快。

个主成分信息量代表了大部分总的信息量, 表明原来 10 个变量反映的信息基本可由第 1 个主成分反映, 即为 PC1。

$$PC1 = 0.297x_1 + 0.315x_2 + 0.340x_3 + 0.342x_4 + 0.282x_5 + 0.229x_6 + 0.367x_7 + 0.369x_8 + 0.270x_9 + 0.324x_{10} \tag{3}$$

第 1 个主成分中, x<sub>3</sub>(株高)、x<sub>4</sub>(开展度)、x<sub>7</sub>(鲜量)、x<sub>8</sub>(干质量)、x<sub>10</sub>(叶面积)的系数的绝对值较大, 说明它们对 PC1 的影响较大, 也说明 PC1 主要反映了株高、开展度、鲜量、干质量及叶面积信息。由 CO<sub>2</sub> 浓度分

别为 600、1 100、1 300、1 500、1 700、1 900  $\mu\text{mol/mol}$  时对组培苗生长参数进行的主成分分析得知, 干质量对主成分的影响最大, 说明干质量这个生长参数对组培苗的生长反映最为明显, 因此, 该试验主要研究环境因子与干质量之间的关系。以温度、相对湿度和  $\text{CO}_2$  浓度为自变量, 以组培苗的干重为因变量, 共选取 6 次组培苗试验数据信息, 在 MINITAB 15 中进行回归分析, 建立组培

苗预测生长模型。  
组培苗预测生长模型方程为:  
干重 = 0. 0575 - 0. 00145 $x_1$  + 0. 000856 $x_2$  + 0. 000006 $x_3$  (4)。  
式中  $x_1$ —温度;  $x_2$ —相对湿度;  $x_3$ — $\text{CO}_2$ 。  $P(P=0.000)<0.01$ ,  $R-Sq=45.6\%$ , 表明上述回归方程具有显著性意义。

表 2

$\text{CO}_2$  为 1 900  $\mu\text{mol/mol}$  时组培苗生长参数数据文件

Table 2

The data for the tissue culture seedling when  $\text{CO}_2$  concentration was 1 900  $\mu\text{mol/mol}$

试验 Test	根数 Roots number/ 个	根长 Roots length / mm	株高 Height / mm	开展度 Degree undertaken / mm	叶片数 Leaves/ 个	节间长度 Internodes' length	鲜量(去根) Fresh weight (no roots)	干质量 Dry weight/ g	茎粗 Diameter / mm	叶面积 Leaf area / mm <sup>2</sup>
1	10	60	50	36	6	8	0.2882	0.0181	2.31951	651.55
2	8	90	60	50	6	9	0.3921	0.0273	2.48519	795.70
3	2	55	30	23	5	5	0.2338	0.0124	1.98815	355.86
4	12	80	65	45	6	9	0.5079	0.0287	2.40235	1076.11
5	12	90	50	58	6	7	0.4066	0.0231	2.48519	922.00
6	6	85	45	34	6	6	0.2650	0.0139	1.90531	680.25
7	12	116	50	53	6	7	0.4505	0.0268	2.65086	1 076.37
8	10	88	60	55	6	7	0.4315	0.0274	2.56802	1 177.12
9	9	113	50	55	5	9	0.4300	0.0263	2.89938	1 208.45
10	4	85	30	30	5	8	0.1800	0.0113	2.07099	409.91
11	12	105	57	48	6	6	0.06020	0.0352	3.14790	1 501.90
12	15	89	55	53	5	9	0.5003	0.0268	3.23074	1 340.65
13	8	75	50	42	6	7	0.4040	0.0234	2.81654	960.95
14	11	75	50	53	6	7	0.3636	0.0217	2.48519	979.60
15	12	120	50	50	6	8	0.5313	0.0315	2.81654	2 828.39
16	6	35	30	32	4	6	0.1492	0.0085	1.36884	303.44
17	4	70	50	35	5	9	0.2579	0.0158	1.85196	551.21
18	6	20	20	27	4	9	0.1071	0.0058	1.28832	263.61
19	7	75	25	25	5	4	0.1704	0.0098	1.52988	317.80
20	8	30	25	33	5	7	0.1817	0.0117	1.85196	390.27
21	7	95	35	45	5	8	0.2945	0.0185	1.93248	535.79
22	8	50	20	34	5	4	0.1609	0.0079	1.20780	521.11
23	5	40	30	25	5	6	0.1760	0.0092	1.77144	372.11
24	7	80	40	45	5	9	0.3292	0.0191	2.25456	727.98
25	6	20	19	28	5	4	0.1155	0.0062	1.36884	308.24
26	5	20	28	20	5	5	0.1490	0.0089	1.69092	348.78
27	4	20	20	18	5	4	0.1953	0.0120	3.70392	329.06
28	7	60	20	26	5	6	0.1592	0.0096	1.61040	423.40
29	3	42	27	30	5	9	0.1332	0.0077	1.93248	271.46
30	5	45	30	32	5	6	0.1931	0.112	0.161040	408.53

表 3

$\text{CO}_2$  为 1 900  $\mu\text{mol/mol}$  时组培苗生长参数的主成分分析结果

Table 3

The principle component analysis results for tissue culture seedling when  $\text{CO}_2$  concentration was 1 900  $\mu\text{mol/mol}$

试验 Test	根数 Roots number / 个	根长 Roots length / mm	株高 Height / mm	开展度 Degree undertaken/ mm	叶片数 Leaves	节间长度 Internodes' length	鲜量(去根) Fresh weight (no roots)	干质量 Dry weight/ g	茎粗 Diameter / mm	叶面积 Leaf area / mm <sup>2</sup>
特征值	7.1105	0.5176	0.3478	0.2496	0.1668	0.1218	0.0584	0.0087		
PC1	0.297	0.315	0.340	0.342	0.282	0.229	0.367	0.369	0.270	0.324
PC2	0.056	-0.094	-0.128	-0.185	0.369	-0.793	0.082	0.059	0.380	0.132
PC3	0.668	0.144	-0.267	0.180	-0.307	-0.278	-0.029	-0.071	-0.423	0.269
PC4	0.095	-0.052	-0.210	-0.151	-0.648	0.137	0.040	0.040	0.674	0.159
PC5	-0.498	0.771	-0.137	-0.083	-0.130	-0.146	-0.035	-0.015	-0.092	0.289
PC6	-0.145	-0.388	-0.120	-0.313	0.154	0.237	0.048	0.007	-0.201	0.770
PC7	-0.090	-0.120	0.680	-0.256	-0.437	-0.310	0.260	0.199	-0.233	0.029
PC8	0.413	0.328	0.108	-0.771	0.193	0.211	-0.078	-0.080	0.015	-0.148

### 2.3 平均值验证

采用  $\text{CO}_2$  浓度为  $900 \mu\text{mol/mol}$  时, 温度为  $33^\circ\text{C}$ , 相对湿度为 77.1 的环境下对 30 组组培苗生长参数干质量取测量平均值进行验证, 30 个组培苗的干质量的真实值的平均值为  $0.0160 \mu\text{mol/mol}$ , 经过模型预测的干重为  $0.0091 \mu\text{mol/mol}$ , 说明模型效果还有待提高, 原因可能是由于除了环境因素外, 还有很多因素影响作物的干质量。

### 3 结论

由试验所建立的生长方程可知, 在一定范围内, 温度、相对湿度能直接影响组培苗的生长, 而  $\text{CO}_2$  浓度能左右组培苗的生长; 若  $\text{CO}_2$  浓度减小, 则组培苗生长缓慢; 若  $\text{CO}_2$  浓度增大, 则组培苗生长增快。实现综合预测组培苗生长态势。

#### 参考文献

- [1] 胡包钢, 赵星, 严红平, 等. 植物生长建模与可视化: 回顾与展望[J]. 自动化学报, 2001, 27(6): 816-835.
- [2] Duncan W G, Hesketh J D. Net photosynthetic rates, relative leaf growth rates, and leaf numbers of 22 races of maize grown at eight temperatures[J]. Crop Sci, 1968(8): 670-674.
- [3] 高亮之, 金之庆, 黄耀. 水稻栽培计算机模拟优化决策系统[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1992.

- [4] 吕军. 作物生长田间水分平衡的系统模拟[J]. 水利学报, 1998(7): 68-72.
- [5] 潘学标, 韩湘玲, 石元春. 棉花生长发育模拟模型[J]. 棉花学报, 1996, 8(4): 180-188.
- [6] 曹卫星, 江海东. 小麦温光反应与发育进程的模拟[J]. 南京农业大学学报, 1996, 19(1): 9-16.
- [7] 侯加林, 王一鸣, 徐云, 等. 番茄生长发育非线性模拟模型[J]. 农业机械学报, 2006, 37(3): 80-83.
- [8] 罗新兰, 李天来, 姚运生, 等. 日光温室气象要素及番茄单叶光合速率日变化模拟的研究[J]. 园艺学报, 2004, 31(5): 607-612.
- [9] 张娟, 陈杰, 王珊珊. 基于遗传算法和RBF网络的番茄生长模型辨识[J]. 控制与决策, 2005, 20(6): 682-685.
- [10] 孙忠富, 陈晴, 王迎春. 不同光照条件下温室黄瓜干物质生产模拟与试验研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(增刊): 50-52.
- [11] 史为民, 陈青云, 乔晓军. 日光温室黄瓜叶片光合速率模型及其参数确定的初步研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(5): 13-118.
- [12] Waltz E, Lianas. Multi-sensor data fusion [M]. Norwood: Artech-House, 1991: 101-105.
- [13] Hall D L, Lianas. An introduction to multi-sensor data fusion [J]. Proc IEEE, 1997, 85(1): 6-23.
- [14] Thornley J H M. 植物生理的数学模型[M]. 王天铎, 译. 北京: 科学出版社, 1983: 1-40.
- [15] 方萍, 何延. 试验设计与统计[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2003: 178-190.

## Modeling of the Tissue Culture Seedling Based on Multi-sensor Information Fusion

WU Qiong<sup>1,2</sup>, WANG Cheng<sup>1</sup>, ZHU Da-zhou<sup>1</sup>, MA Ming-jian<sup>3</sup>, WANG Ji-hua<sup>1,2</sup>

(1. National Engineering Research Center for Intelligent Agricultural Equipment, Beijing 100097; 2. School of Biological and Agriculture Engineering, Jilin University, Changchun, Jilin 130022; 3. College of Light Industry and Agriculture Engineering, Shandong University of Technology, Zibo, Shandong 255049)

**Abstract:** The growth modeling method of the plant tissue culture seedling which based on temperature, humidity and  $\text{CO}_2$  for the information fusion was introduced, the relationship between dry weight and the various environmental factors was studied. The application of principal component analysis and Logistic regression equation for the plant tissue was conducted. The results showed that  $\text{CO}_2$  had significant impact on the growth of tissue culture, and the parameter dry weight was obvious for describing the growth status, sequentially laid the groundwork for monitoring the growth of plant tissue.

**Key words:** multi-sensor; information fusion; growing model; multivariate statistics.