



脱毒小薯工厂化生产工艺指标的研究

杜 珍 杨 春

邢承玉

(山西省高寒作物所 大同 037004)

(太原市农牧局环保站 030002)

摘 要

本研究通过对光、温、水、肥、基质、激素等工艺指标的研究,提出了在无土栽培方式下生产脱毒小薯的技术体系。确定了工厂化生产脱毒小薯的工艺指标以及规范化的工艺流程。

关键词 脱毒小薯, 工厂化生产, 工艺流程

1 前 言

利用马铃薯茎尖组织培养生产脱毒薯,可取得显著的增产效应。但以脱毒苗在田间直栽繁种,生产成本高,技术难掌握,灌水条件要求严,不利于大面积应用。用脱毒小薯繁种,可解决以苗直栽的弊病。采用工厂化生产脱毒小薯,不仅可降低生产成本,而且不受季节、地理环境限制,一年四季均可大批量、短周期规模化生产脱毒小薯,从而满足了大面积应用脱毒薯种源的需求。本试验旨在探索工厂化生产脱毒小薯的工艺指标,寻求出一条规范化工艺流程生产线。

2 材料与方 法

试验均在室内进行,选用 $60 \times 24 \times 4\text{cm}$ 育秧盘,脱毒苗采用“紫花白”、“晋薯7号”。

2.1 生根激素处理

激素类选用 IBA、NAA、IAA、ICA、24-D、GA 6 种,剪取脱毒苗芽顶蘸生根液后扦插,4 天后调查生根长度。试验设计采用快速登高计划^[1],利用一次正交回归系数大小与强弱调整步长,以最快速度伸向最优条件,获得最佳配方。

2.2 温度试验

试验在不同温度条件下进行,随机区组设计,重复 3 次,记载日均温,50 天后收获,调查产量、薯块数、株高、单株叶片数等。

2.3 湿度试验

在 5 个不同湿度条件下,按随机区组设计,重复 2 次,记载干湿球温度,50 天后收获,调查株高、单株叶片数、薯块数、产量等。各处理在双层塑料棚内控湿。

2.4 基质、营养液、光照强度、诱导激素 4 因素正交回归试验

基质 经初试及理化性质测定,选用珍

珠岩、蛭石, 各水平以容积比例进行配制。

营养液 根据 500 公斤种薯从土壤中吸取 N 2.5~3kg, P 0.5~1.5kg, K 6~6.5kg 和平均单株生产 0.4 公斤薯块配制溶液⁽²⁾, 获得 N:P:K 后, 参照日本无土栽培“标准液配制方法”⁽³⁾, 制成不同浓度溶液进行试验。

光照强度 以自然光照为主, 辅以灯

光, 用相对照度计测定(10~16 时/日)每隔 1 小时测定一次, 并调至所需光照强度下。

诱导激素 扦插 25 天后喷施 BA+B₉ 液。

试验设计采用 4 因素 5 水平正交回归设计⁽¹⁾, 扦插 50 天后收获, 并调查株高、茎粗、地上、地下部鲜重和干物质重、薯块数、块重、产量等(表 1)。

表 1 4 因素正交回归编码值

水平号	Xi	营养液 X ₁ (mc/L)				激素 x ₂	基质 x ₃	光照强度 x ₄ (万/Lx)
		N	P	K	Mg			
5	最大水平	17	5.6	13.5	4.0	1.5	1:0	2.5
1	最低水平	3	1	2.4	0.7	0	0:1	0.5
5	$\gamma=1.414$	17	5.6	13.5	4.0	1.5	1:0	2.5
4	1	15	4.9	11.9	3.5	1.28	0.85:0.15	2.2
3	0	10	3.3	8.0	2.4	0.25	0.5:0.5	1.5
2	-1	5	1.67	4.0	1.2	0.22	0.15:0.85	0.8
1	$\gamma=-1.414$	3	1.0	2.4	0.7	0	0:1	0.5

3 结果与讨论

3.1 生根激素应用研究

3.1.1 快速登高第 1 轮试验(表 2)

激素初选获得以 IBA、NAA、GA3 种生根效果较好, 生根长度在第 4 天调查 IBA 长 0.5cm, NAA1.6cm, GA0.1cm, 其余 3 种效果较差, 生根长度调查为 0。

一次正交回归试验结果, 以 NAA 15ppm+GA1.5ppm+IBA45ppm 处理最好, 生根长度 2.6cm。回归分析获得 NAA 主效显著, GA×NAA 互作效应显著, IBA 主效及与其它 2 因素互作不显著, 对生根效果影响不大, 剔除该因素后获得回归方程 $\hat{Y} = 0.8625 + 3.0013x_1 + 2.5313x_2 + 0.4825x_1x_2 (R^2 = 0.9998^{**})$ 。

3.1.2 快速登高第 2 轮试验(表 2)

从表 2 看出, 第 1 轮试验结果, 获得以 NAA15+GA1.6ppm 最优, 作一次正交回

表 2 生根激素登高试验结果

第 1 轮			第 2 轮		
处 理	GA+NAA+IBA (ppm)	根长 (cm)	处 理	GA+NAA (ppm)	根长 (cm)
1	1.5+15+45	2.6	1	1.8+17	1.3
2	1.5+15+25	2.4	2	1.8+17	1.3
3	1.5+5+45	0.6	3	1.8+13	1.6
4	1.5+5+25	0.3	4	1.8+13	2.1
5	0.5+15+45	0.3	5	1.4+17	1.4
6	0.5+15+25	0.4	6	1.4+17	1.0
7	0.5+5+45	0.2	7	1.4+13	1.4
8	0.5+5+25	0.1	8	1.4+13	1.2

归试验, 回归分析 NAA、GA 主效及互作均不显著, 说明这时的配比浓度范围对生根效果基本一致。GA 的回归系数 $b = 0.1626$ 为正值, 说明浓度越高越有利, 所以最佳浓度为 1.8ppm。而 NAA 的回归系数 $b = -0.1625$ 为负值, 说明浓度越小越有利, 所以最佳浓度为 13ppm, 我们认为, 脱毒苗剪切顶芽扦插应用 GA1.8+NAA 13ppm 生根液是促进生根的优良生根液。

3.2 温度试验

3.2.1 产量结果

从表 3 可知, 不同温度条件下小薯产量

有着显著差异。其中以 18.6℃ 产量最高, 23.8℃、23℃ 和 15.8℃ 三个处理产量较低, 这三种温度条件下均不利于小薯的生产。

表 3 温度试验结果

温度 (T℃)	株高 (cm)	单株块数 (个)	单株块重 (g)	收获期叶片数 (个)	总块数 (个/盘)	总产量 (g)	产量	
							a=0.05	a=0.01
18.6	12.4	1.40	2.96	3.1	98.33	226.67	a	A
17.7	14.5	1.60	6.83	2.9	104.00	191.67	a	AB
16.7	17.2	1.23	1.91	3.5	87.30	186.67	a	AB
23.0	25.5	1.47	1.57	5.8	107.33	107.33	b	BC
15.8	13.8	1.53	1.53	2.5	64.67	81.67	b	CD
23.8	32.6	0.23	0.07	6.1	22.00	11.10	c	D

对温度与产量进行回归分析, 获得回归方程 $\hat{Y} = -4096.502 + 446.9531x - 11.5117x^2$ ($R^2 = 0.9644^{**}$)。当温度在 19.4℃ 以下时, 产量随着温度的提高而增加。当温度高于 19.4℃ 时, 随着温度的增加产量下降。获得小薯最高产量的温度最适点为 19.4℃。因此工厂化生产小薯的温度应控制在 19.4℃ 左右 (图 1)。

表现为当温度按等差数列增加时叶片数按等差数列增加。温度增高 1℃, 绿叶数增加 1.26 片 (图 3)。

3.2.2 温度与其它性状关系

温度与薯块数: 温度对薯块数具有显著影响, 当温度在 16.7~23℃ 时, 薯块数无显著差异, 低于或高于此区域, 薯块数显著降低。块数的多少决定着繁殖系数的大小, 从薯块数与产量回归获得 $\hat{Y} = 7 + 1.8539x$ ($r = 0.8964^{**}$)。说明与产量的最适点相一致, 产量的最适点同样是繁殖系数的最高点。

温度与株高: 温度与株高存在着相关关系, 当温度按等差数列递增时, 株高按等差数列增加 (图 2)。

3.3 湿度试验

温度与叶片数: 温度对营养面积的影响

3.3.1 产量结果

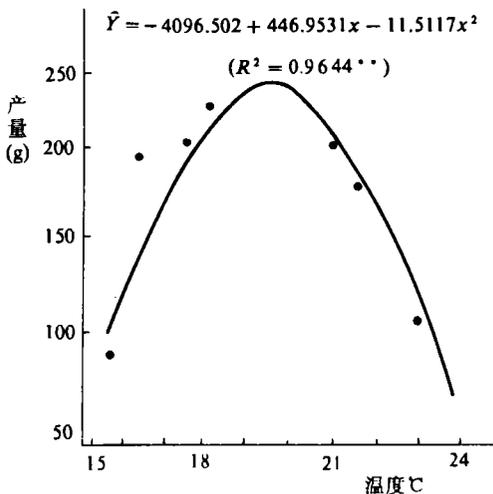


图 1 温度与产量关系

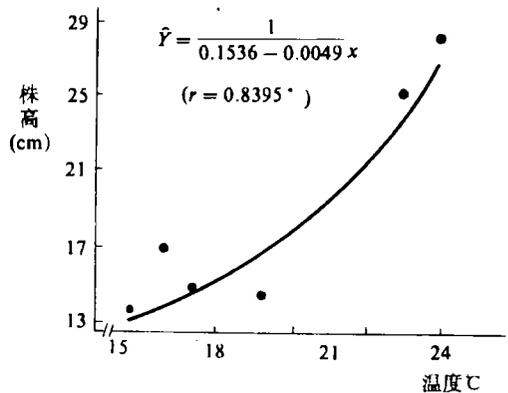


图 2 温度与株高关系

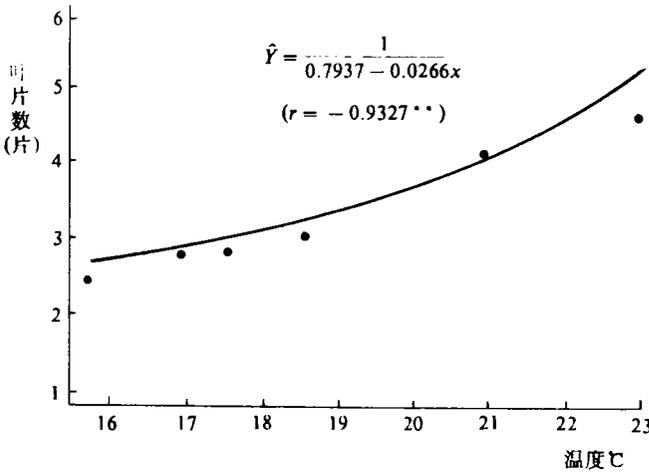


图 3 绿叶数与温度关系

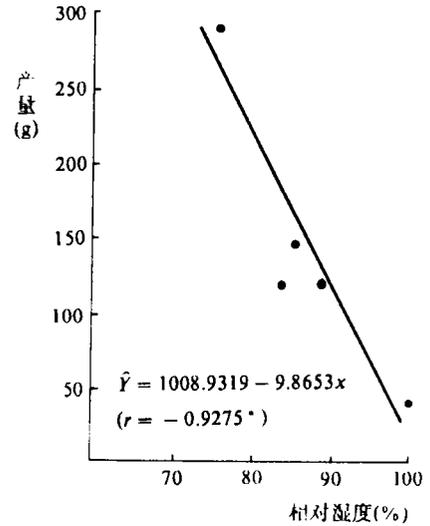


图 4 湿度与产量关系

表 4 湿度试验结果

相对湿度 (%)	株高 (cm)	单株块数 (个)	单株块重 (g)	单株叶片 (个)	块茎总数 (个)	产量 (g)	产量差异	
							a = 0.05	a = 0.01
77	19.55	1.15	3.35	7.95	107.50	285.00	a	A
86	14.28	1.35	2.66	7.90	96.50	143.75	b	B
92	13.20	0.80	1.43	6.35	87.25	122.50	b	B
85	14.76	1.10	2.28	6.75	85.25	120.00	b	B
100	15.85	0.35	0.25	5.70	33.75	32.68	c	B

从表 4 可知, 当湿度在 77%~100% (相对湿度) 之间时, 77% 的湿度条件为最适条件, 显著优于其它处理。

对湿度与产量回归分析, 获得回归方程 $\hat{Y} = 1008.9319 - 9.8653x (r = -0.9275^*)$ 。湿度与产量具有直线负相关, 产量随着湿度的增加而减少 (图 4)。为此我们认为, 相对湿度对小薯产量具有重要作用, 获得高产的指标为 77% 的相对湿度。

3.3.2 湿度与其它性状关系

湿度与株高关系: 由回归方程 $\hat{Y} = 280.7981 - 5.86x + 0.0325x^2 (R^2 = 0.9974^{**})$ 可以看出, 当株高在 91.3% 湿度时达最低值, 在 91.3% 以下, 株高随

着湿度增加而降低。当大于 91.3% 时, 株高随着上升 (图 5)。

湿度与叶片数: 湿度与叶片数具有直线负相关, 湿度增高, 叶片数下降, 光合面积减少, 产量受到影响 (图 6)。较低的湿度利于同化面积的增加。

湿度与块茎数: 湿度与块茎数呈直线负相关。随着湿度的增加, 结薯数降低, 较低的湿度利于薯块数的增加, 这与块茎产量结果相一致 (图 7)。

总之, 湿度对小薯产量及其生物学性状存在着较大影响, 湿度较低利于地上、地下部发育, 反之则受到限制, 77% 的相对湿度利于小薯的高产。

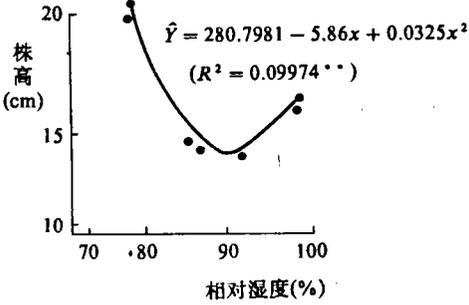


图 5 株高与湿度关系

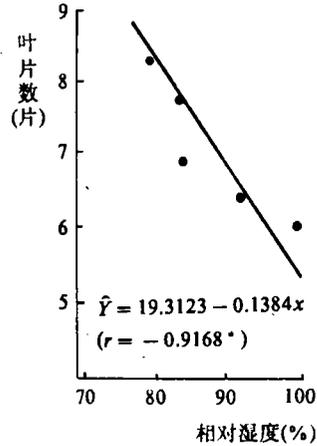


图 6 湿度与叶片数关系

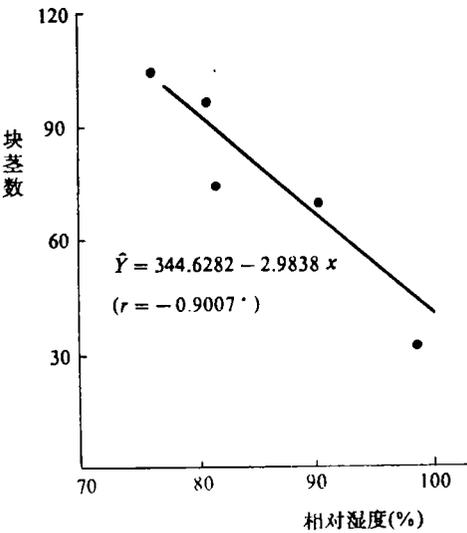


图 7 湿度与块茎数关系

3.4 基质、营养液、光照强度、诱导激素 4 因素正交回归试验

3.4.1 产量结果

试验结果见表 5, 从表 5 可知, 第 15 处理产量最高, 因素水平最佳组合为 2 号基质+2 号营养液+2 号诱导激素+4 号光照。4 因素对产量影响效应以营养液最大, 其次为基质, 光照强度居第 3 位, 而诱导激素效应最小, 为此选择合适营养液, 优良基质, 使其生长于合适光照条件下, 辅以一定的激素, 才能获得高产。

回归分析获得方程: $\hat{Y} = 5.84$

$- 44.0437x_1 - 3.4981x_2 - 25.104x_3 + 2.3852x_4 + 9.6625x_1x_3 - 16.55x_1x_4 + 24.295x_2^2 - 16.03x_3^2$ ($R^2 = 0.8148^*$)。由方程可知, x_1 (营养液)、 x_3 (基质)具有一定的直线效应, x_1x_3 较低利于产量增加, x_2 (激素)、 x_4 (光照)具有 2 次效应, 激素在 0.8g/L 浓度时产量最低, 利于高产的浓度是 0.22g/L, 光照强度在 2 万 Lx 时, 产量最高, 为最佳光强度。互作效应 x_1 与 x_3 的组合作用大于单因素对产量的效应。 x_1 与 x_4 的互作说明利于高产的组合是低浓度、强光照, 或高浓度、弱光照。对于产量的最佳组合为: 以蛭石为基质, 浇灌 N5 + P1.67 + K4 + Mg1.2 + 微量元素的营养液, 使其生产在 2 万 Lx 光照条件下, 辅以 0.22g/L 的诱导激素。

3.4.2 4 因素与各性状关系

结果见表 6。

株高: 营养液浓度越大, 植株越高。当光照强度在 1.06 万 Lx 时, 株高达最大值。基质与激素对株高影响较小。

茎粗: 茎粗与营养液、光照强度呈直线回归。营养液浓度越大, 光照强度越强越利于茎粗的发展。基质与激素对茎粗的影响不显著。

表5 各性状调查结果表

处理	株高 (cm)	茎粗 (cm)	叶片数 (片)	鲜重(g)		干物质(g)		块茎数 (块)	产量 (g)
				地上部	地下部	地上部	地下部		
1	27.25	0.440	6.2	34.0	6.5	2.9	1.1	31	13.6
2	40.75	0.266	6.0	37.5	4.5	3.5	1.0	28	3.4
3	35.00	0.293	6.2	50.0	9.4	4.7	1.5	11	6.9
4	36.45	0.230	5.2	28.0	22.4	2.7	5.2	67	50.3
5	35.50	0.274	5.9	49.0	9.6	4.1	1.1	24	12.8
6	33.73	0.211	5.9	39.5	15.0	4.0	2.7	23	9.5
7	32.85	0.316	6.1	72.3	15.0	7.0	2.7	8	4.2
8	36.90	0.235	5.7	28.0	19.5	3.0	3.6	74	82.0
9	14.13	0.164	4.9	12.8	19.7	1.3	2.8	75	96.5
10	20.80	0.165	6.0	16.4	13.5	1.5	2.1	96	66.5
11	14.60	0.169	5.0	9.4	24.9	0.9	3.8	120	163.7
12	27.25	0.148	5.4	11.0	10.0	1.1	1.8	122	117.0
13	18.26	0.175	5.9	19.0	20.9	2.0	3.3	89	91.1
14	27.30	0.182	6.1	15.5	18.5	1.6	3.0	86	84.0
15	15.48	0.180	5.9	15.6	30.5	1.5	4.2	126	194.7
16	21.80	0.163	5.8	15.0	25.0	1.8	4.3	114	121.4
17	32.60	0.216	6.4	36.3	12.8	3.7	1.8	73	3.5
18	30.59	0.180	5.8	12.6	8.5	1.2	1.1	73	94.5
19	34.57	0.196	5.9	22.5	5.5	2.4	1.3	77	98.5
20	34.61	0.263	6.3	36.8	15.6	3.5	2.5	79	90.0
21	33.33	0.213	6.0	30.0	18.0	3.0	1.9	5	1.0
22	32.93	0.228	6.1	28.5	28.5	2.5	3.9	71	99.5
23	20.15	0.296	6.7	31.4	22.5	3.1	1.8	30	13.0
24	31.04	0.068	6.0	7.5	3.5	0.7	0.6	47	14.2
25	35.79	0.224	5.7	23.5	9.3	2.8	1.4	52	93.5

表6 各性状与4因素回归关系

性 状	回 归 方 程
株 高	$\hat{Y} = 34.6561 + 5.6356x_1 - 3.8184x_2 - 4.3888x_3 (R^2 = 0.8792^{**})$
茎 粗	$\hat{Y} = 0.1973 + 0.048x_1 + 0.0367x_2 (R^2 = 0.7817^*)$
叶 片 数	$\hat{Y} = 6.236 + 0.1524x_1 - 0.1483x_2 + 0.2x_3 (R^2 = 0.7610^*)$
地上部鲜重	$\hat{Y} = 23.304 + 12.8759x_1 - 3.736x_2 + 5.2647x_3 + 4.5688x_4 - 5.7313x_2x_4 (R^2 = 0.8718^*)$
地下部鲜重	$\hat{Y} = 10.336 - 3.5209x_3 + 5.0775x_4 (R^2 = 0.7359^*)$
地上部干物质	$\hat{Y} = 27.091 + 1.868x_1 - 0.3978x_2 + 0.429x_3 + 0.3625x_4 - 0.3625x_3x_4 (R^2 = 0.8965^*)$
地下部干物质	$\hat{Y} = 1.12 - 0.6414x_3 - 0.5625x_4 + 0.925x_3 (R^2 = 0.7739^*)$
块茎数量	$\hat{Y} = 47.76 - 28.1x_1 - 14.1662x_2 (R^2 = 0.7940^*)$

叶片数: 影响较大的是营养液和诱导激素。营养液浓度高, 激素浓度低利于叶片数增加。光照强度与营养液互作对叶片数有影响, 基质对叶片数影响不大。

地上部鲜重、地上部干物质: 各因素均具有一定的作用, 营养液浓度越大, 鲜重及

干物质越大。激素浓度较低利于鲜重及干物质的积累。基质中珍珠岩比例大利于干物质增加。光照强度大时, 鲜重较高。营养液与光照互作对鲜重、干物质产生正向效应, 激素与光照、基质和光照对鲜重、干物质产生负向效应。

地下部鲜重、地下部干物质: 对于地下部影响最大的是基质, 表明根系及薯块的发育主要取决于基质的优劣。当基质中蛭石比例占 37% 时不利于地下部鲜重及干物质的增加。因此, 蛭石为主的基质利于地下部的生长发育。

块茎数量: 块茎数量的多少, 主要取决于营养液和基质。高繁殖系数需要较低的营养液浓度和蛭石比例大的基质。其它因素影响较小。

4 结 论

工厂化利用无土栽培方式生产脱毒小薯, 管理简单、省工, 减少了病害感染。生产中工艺指标为: ①以蛭石为主的基质; ②用 NAA13+GA1.8ppm 生根液处理扦插苗; ③生产苗生长于日均温 19.4℃; ④相对湿度 77%; ⑤光照强度 2 万 Lx; ⑥浇灌 N5+P1.67+K4+Mg1.2+微量元素; ⑦诱导激素 B₉+BA0.22g/L 喷施。这些工艺指标解决了工厂化生产脱毒小薯时光、温、水、气、肥的调控, 形成了一条规范化工艺流程生产线 (图 8)。

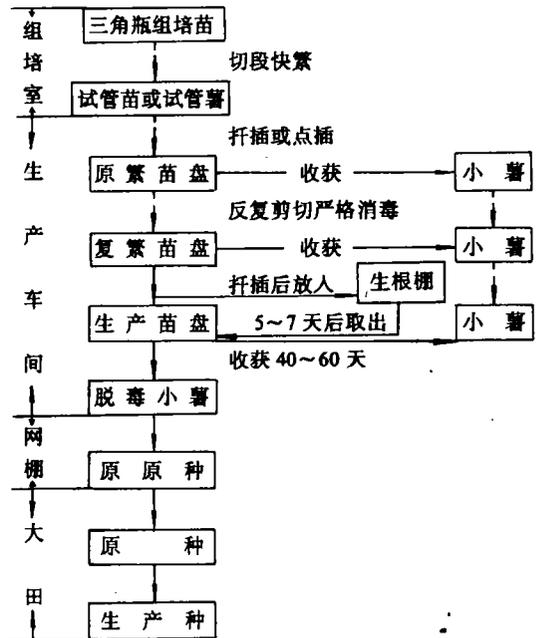


图 8 脱毒薯规范化工艺流程生产线

主要参考文献

- 1 陶勤南. 回归分析与回归设计. 北京农业科技专辑, 1984, 56~116
- 2 黑龙江省农科院. 马铃薯栽培技术. 农业出版社, 1982, 104~123
- 3 上海科技情报所. 日本蔬菜无土栽培法. 国外现代蔬菜生产专题资料, 1979, 10

A STUDY ON TECHNOLOGICAL INDEX FOR INDUSTRIALIZED PRODUCTION OF MINITUBERS

Du Zheng and Yang Chun

(High Latitude Crop Research Institute, SAAS, Datong 037004)

Xing Chengyu

(Environment Protection Station, Taiyuan Agriculture and Animal Husbandry Bureau 030002)

ABSTRACT

In this paper, the conditions of soilless culture for minituber production, including light, temperature, water, fertility, matrix, hormone etc., were investigated. The optimal conditions for minituber production were therefore proposed.

KEY WORDS: minituber, growth condition, technological index