

上海地区日光利用型植物工厂周年生产水培生菜品种筛选

刘红强¹, 郭三红² (1. 光明食品集团上海五四有限公司, 上海 201423; 2. 上海星辉蔬菜有限公司, 上海 201419)

摘要 为满足日光利用型植物工厂周年生产的需求,提升水培蔬菜的稳定供应能力,筛选适宜上海地区水培的生菜品种,以8个生菜品种为试验材料,对其生育期、季节适应性和产量等指标进行比较。结果显示:速生生菜周年生产性较好,产量较高,综合性状均优于其他供试品种,可作为上海地区 NFT 水培生菜推荐品种。

关键词 日光利用型植物工厂; NFT 技术; 水培; 生菜

中图分类号 S625 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2022)01-0210-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.01.057



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Selection of Hydroponic Lettuce Varieties in Solar-utilizing Plant Factories for Annual Production in Shanghai

LIU Hong-qiang¹, GUO San-hong² (1. Shanghai Wusi Co., Ltd., Bright Food Group, Shanghai 201423; 2. Shanghai Xinghui Vegetable Co., Ltd., Shanghai 201419)

Abstract In order to meet the annual production demands of sunlight-utilizing plant factory, improve the stable supply capacity of hydroponic vegetables, and screen out the suitable hydroponic lettuce varieties in Shanghai, we took 8 lettuce varieties as test materials to compare their growth period, seasonal adaptability, yield and other indices. The results showed that the annual productivity and yield of "Susheng" lettuce variety were better, and the comprehensive traits were better than other test varieties, so it could be recommended as NFT hydroponic lettuce variety in Shanghai.

Key words Sunlight-utilizing plant factory; NFT technique; Hydroponics; Lettuce

生菜(*Lactuca sativa*)隶属菊科莴苣属莴苣种,学名叶用莴苣,具有生长期短、易于管理、产量高等特征^[1]。生菜适合生食的饮食特点以及生食蔬菜对洁净品质的高要求,决定了生菜是植物工厂最广泛栽培的蔬菜。日光利用型植物工厂营养液膜技术(NFT)^[2]因其前期投资、生产运营成本相对不高等优势,成为我国近年来植物工厂发展的主要趋势。我国日光利用型植物工厂周年生产整体技术水平还处于起步阶段,能进行周年生产销售的日光利用型植物工厂还很少。生产上一线生产技术人员缺乏^[3],生产过程受环境的影响较大,需要积累多年的周年生产经验才能保证生菜的稳定市场供应。笔者以8个生菜品种为试验材料,对其生育期、季节适应性、产量等指标进行比较,以筛选出适宜上海地区水培的生菜品种。

1 材料与方 法

1.1 试验材料 供试生菜品种选择市场上主流种子公司经营的主打品种,这样才能保证规模化周年生产的种源稳定性。选择8个生菜品种进行试验,分别为北京鼎丰农业种子的大速生、波士顿奶油,上海惠和种业有限公司的速生、绿蝶、紫霞、紫艳,香港高华种子有限公司的罗马、意大利耐抽薹。8个品种的类型包含常见的散叶、罗马、红叶、奶油、意大利类型。

1.2 试验方法 试验于2020年1—12月在上海星辉蔬菜有限公司日光利用型植物工厂进行。试验温室为荷兰芬洛型联栋温室,占地10 000 m², NFT设施为日本三菱公司产品,温室配备湿帘、风机、内外遮阳网等设施。采用200穴盘基质育苗,泥炭和珍珠岩按1:1(体积比)混合均匀后用作基质,使用全自动播种机播种,催芽后自然光源育苗。

根据全年生产情况,在3叶1心到4叶1心期定植,定植于日光利用型植物工厂 NFT 泡沫板栽培床上,每平方米40株,8个生菜品种随机种植于一个定植苗床上,每个品种100株,设3次重复,其中意大利耐抽薹为上海地区土壤种植常用品种,将其作为对照品种。全年每月1日定植1批,进行当月的筛选试验。不同季节根据生长状态,适时采收,采收标准为叶片展开铺满整个定植板,采收前记录生育期、总产量、单株重、株高、病虫害抗性等指标,使用 Microsoft Excel 软件进行数据统计和分析。

营养液采用上海星辉蔬菜有限公司的蔬菜专用生菜配方,溶液电导率(EC值)根据季节需要在1.5~2.0 mS/cm内调整,种植全程控制pH在5.5~6.5。夏季最低营养液温度超过30℃后进行营养液降温处理,保持供液端营养液温度在19℃、每单元营养液罐控制温度在22~25℃^[4]。在不同季节收获前后,调查各参试生菜品种的相关参数。

2 结果与分析

2.1 上海地区全年气温变化分析 日光利用型植物工厂对环境温度的控制主要靠湿帘、风机、内外遮阳网等设施,在冬季低温和夏季高温季节温室环境控制设施能力有限,比如上海地区夏季温室内部温度有时会超过40℃,利用湿帘降温效果有限,还会带来湿度的增加,从而影响生菜的正常生长。从图1可以看出,2020年7—9月上海地区室外最高温度平均值为30.59℃, NFT技术营养液不断流动,吸收环境温度后这3个月的营养液温度也超过30℃。上海地区冬季极端低温出现较少,2020年气温在0℃以下的时间只有3d,上海地区冬季低温只会影响生育期,不会像高温那样造成生菜烂根死亡。

2.2 试验基地营养液温度变化 日光利用型植物工厂对环境因素的控制以控制营养液温度为主。上海星辉蔬菜有限

公司的日光利用型植物工厂引进日本三菱公司的技术,采取模块化营养液降温和双层泡沫板保温技术,可以有效解决夏季生菜根部温度超过 30 ℃ 后死亡的问题,对周年生产起到了决定性作用。从图 2 可以看出,2020 年 7—9 月的营养液温度基本上处于直线状态;其余月份营养液温度变化与气温变化呈高度正相关,NFT 模式下营养液温度随着气温的变化而变化,处于最高气温和最低气温之间。

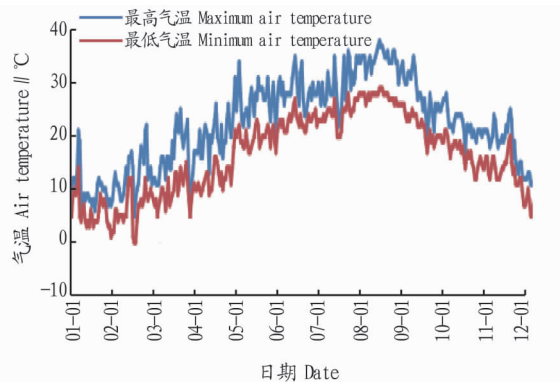


图 1 2020 年上海地区全年气温变化曲线

Fig. 1 The annual temperature change curve in Shanghai in 2020

2.3 周年生产数据分析 对供试的 8 个品种进行周年生产后统计相关数据,上海地区可分为 3 个生产时期:春秋季节(5—6 月、10—11 月)为生育期和产量最适宜时期,日产量最

高;冬季(12 月—次年 4 月)为生育期最长时期,日产量最低;夏季(7—9 月)为生育期最短时期,日产量中等。

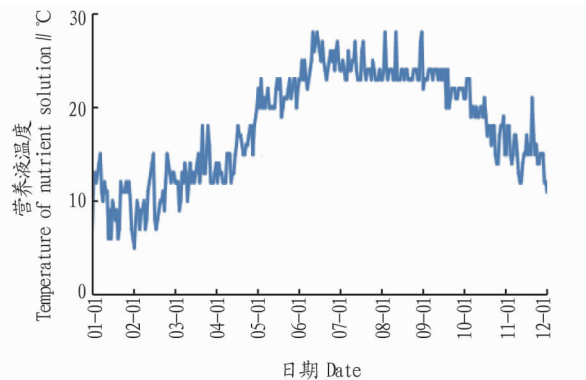


图 2 2020 年基地营养液温度的变化曲线

Fig. 2 The temperature change curve of the base nutrient solution in 2020

2.3.1 春秋季节试验。供试 8 个生菜品种春秋季节定植到采收生育期 23~40 d。该阶段主要问题是奶油类型的生菜产量虽然最高,但春季病害非常严重,霜霉病发生率最高达 50%,外观表现较差。2 个红叶生菜品种表现出阴雨天叶色发绿的问题^[5-7],而上海地区春秋季节阴雨天较多,叶片经常不够红,同时红叶生菜产量偏低。春秋季节表现较好的品种为大速生、罗马、速生、意大利耐抽薹,该阶段生育期和产量表现均较好(表 1)。

表 1 供试生菜品种春秋季节试验结果

Table 1 Spring and autumn test results of tested lettuce varieties

序号 No.	品种 Variety	生育期 Growth period//d	品种表现 Variety performance	实际产量 Actual yield kg	平均单株重 Average weight per plant//g	备注 Remark
1	大速生	30	叶片大,叶数少	18.13	60.42	—
2	罗马	30	直立,叶色深绿	17.05	56.84	—
3	紫霞	35	叶色浅红	12.51	41.68	叶色易变绿
4	紫艳	35	叶色深紫	13.07	43.58	叶色易变绿
5	波士顿奶油	40	叶片大,松散	24.63	82.11	春季霜霉病严重
6	绿蝶	35	叶色深绿	24.44	81.47	春季霜霉病严重
7	速生	23	叶色淡绿,叶数多	22.11	73.68	—
8	意大利耐抽薹	35	直立,叶色嫩绿	17.56	58.53	—

2.3.2 冬季试验。供试 8 个生菜品种冬季定植到采收生育期 42~54 d。生菜属于喜冷凉蔬菜,在上海地区冬季种植外观和产量表现都较好^[8],主要问题是水培的营养液温度低于地温,造成冬季的生育期偏长,日产量偏低,建议在市场销售

价格合理的情况下进行营养液加温处理,以提升日产量。总产量较高的 3 个品种为波士顿奶油、速生和绿蝶,结合生育期数据分析可知速生的日产量最高(表 2)。

表 2 供试生菜品种冬季试验结果

Table 2 Winter test results of tested lettuce varieties

序号 No.	品种 Variety	生育期 Growth period//d	品种表现 Variety performance	实际产量 Actual yield kg	平均单株重 Average weight per plant//g
1	大速生	42	叶片大,叶数少	19.45	64.84
2	罗马	48	直立,叶色深绿	19.07	63.58
3	紫霞	52	叶色浅红	14.40	48.00
4	紫艳	49	叶色深紫	15.35	51.16
5	波士顿奶油	53	叶片大,松散	31.45	104.84
6	绿蝶	54	叶色深绿	28.17	93.89
7	速生	45	叶色淡绿,叶数多	29.62	98.74
8	意大利耐抽薹	42	直立,叶色嫩绿	20.40	68.00

2.3.3 夏季试验。供试8个生菜品种夏季只有速生和意大利耐抽薹2个品种可以稳定生产,其他6个品种均发生较严重的抽薹现象,造成产量偏低,外观较差。由于这6个品种没有市场价值,因而试验过程中提前采收,进行销毁处理。速生和意大利耐抽薹定植到采收生育周期很短,分别为17

和20 d,若超过这个天数采收,容易发生抽薹和焦边现象。其中意大利耐抽薹由于叶片较脆嫩,受夏季强光照和高温的影响,容易形成不规则斑点,品相较差,影响市场销售(表3)。

表3 供试生菜品种夏季试验结果

Table 3 Summer test results of tested lettuce varieties

序号 No.	品种 Variety	生育期 Growth period//d	品种表现 Variety performance	实际产量 Actual yield//kg	平均单株重 Average weight per plant//g	备注 Remark
1	速生	17	叶色淡绿	14.21	47.37	抽薹最轻
2	意大利耐抽薹	20	叶色嫩绿	14.78	49.26	外观较差
3	大速生	—	—	—	—	抽薹严重
4	罗马	—	—	—	—	抽薹严重
5	紫霞	—	—	—	—	抽薹严重
6	紫艳	—	—	—	—	抽薹严重
7	波士顿奶油	—	—	—	—	抽薹中等
8	绿蝶	—	—	—	—	抽薹中等

综合分析全年的各项数据指标,2020年筛选出速生作为可单一品种进行周年生产的生菜品种。

2.4 生产示范数据分析 在品种比较的同时,针对供试品种同步进行生产示范,种植面积为2 280 m²。对可周年生产的生菜品种速生进行数据统计与分析,结果见表4。从表4可以看出,速生夏季(7—9月)种植周期为17 d,春秋(5—

6月、10—11月)种植周期约23 d,冬季(12月至次年4月)种植周期约45 d。不同季节条件下平均单株重为47.34~97.64 g,3个时间段的平均产量为10.66~16.50 kg/m²。结合全年数据可知,上海地区日光利用型植物工厂周年生产单一品种时,生菜总产量达40.91 kg/m²。

表4 2020年速生生菜品种年产量统计

Table 4 Annual yield statistics of lettuce variety "Susheng" in 2020

时间段 Period	种植周期 Planting cycle//d	栽培面积 Cultivated area//m ²	种植数量 Planting number//万株	实际产量 Actual yield kg	平均单株重 Average weight per plant//g	平均产量 Average yield kg/m ²
7—9月 July-September	17	2 280	9.5	4 498	47.34	10.66
5—6月、10—11月 May-June, October-November	23	2 280	9.5	7 089	74.62	16.50
12月至次年4月 December to April in next year	45	2 280	9.5	9 276	97.64	13.75

3 结论

生菜喜冷凉、不耐高温,适宜生长温度为15~25℃,较适宜温度为18~22℃,当气温超过30℃时容易生长不良^[9]。该试验结果表明,8个参试生菜品种中在上海地区日光利用型植物工厂NFT模式下生菜品种速生适合进行周年生产,并可取得比较理想的产量。但是,在7—9月营养液最低温度超过30℃以前,需要及时实施营养液控温措施。日本三菱公司的植物工厂因为使用了双层泡沫板和模块化种植系统,在夏季高温季节控制营养液温度效果理想,适宜在上海地区日光利用型植物工厂大面积推广种植。

日光利用型植物工厂生产过程受环境的影响较大^[10],需要积累多年的周年生产经验才能保证产品的稳定供应。植物工厂生产的产品,只有保证稳定供应,且价格适宜,才能符合主流蔬菜市场的需求,最终使植物工厂生产出的产品从实验室走向广大消费者。

参考文献

- [1] 倪水员. 生菜营养价值及栽培技术[J]. 吉林蔬菜, 2011(5): 23.
- [2] 杨振超. 生菜水培营养液配方模型构建及专家系统的建立[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2002.
- [3] 贺冬仙. 植物工厂的概念与国内外发展现状[J]. 农业工程技术, 2016, 36(10): 13-15.
- [4] 李蔚, 滕云飞, 雷喜红, 等. 深液流水培(DFT)生菜高效栽培技术[J]. 农业工程技术, 2018, 38(28): 20-22.
- [5] 闫征南, 贺冬仙, 钮根花, 等. 白红与红蓝LED光照环境对两种生菜生长、品质和能量利用效率的影响[J]. 农业工程技术, 2020, 40(25): 40-46.
- [6] 郑建锋, 贺冬仙, 季方. LED光照强度和光照周期对水培草莓匍匐茎育苗的影响[J]. 农业工程技术, 2019, 39(34): 41-47, 53.
- [7] 余意, 刘文科. 弱光条件下光质和光周期对水培生菜生长与品质的影响[J]. 中国农业气象, 2015, 36(6): 739-745.
- [8] 胡玥, 崔雯, 金敏凤, 等. 不同栽培方式对生菜生长和营养品质的影响[J]. 上海师范大学学报(自然科学版), 2019, 48(5): 566-573.
- [9] 王平魁. 植物工厂化生产NFT系统中营养液调控对生菜生长的影响[D]. 邯郸: 河北工程大学, 2017.
- [10] 张祥平, 季一鸣, 刘康, 等. 日光型植物工厂NFT水培耐热生菜品种筛选试验[J]. 上海蔬菜, 2020(1): 15-17.