

基质不同含水量对黄瓜营养生长、产量和光合特性的影响

杨向红¹, 吴林科², 吴国平²

(1. 固原市农业技术推广服务中心, 宁夏 固原 756000; 2. 固原市农业科学研究所, 宁夏 固原 756000)

摘 要:以“中农 21 号”黄瓜为试材, 研究了设施条件下不同时期基质不同含水量对黄瓜营养生长、产量和光合特性的影响。结果表明: 基质含水量在 60%~70% 时适宜黄瓜的营养生长、产量提高和光合特性的发挥; 通过回归方程模拟优化, 适宜的基质含水量(绝对含水量) 区间是 61%~74%, 其中, 在黄瓜生长的前期、中期基质含水量为 68% 时, 黄瓜产量最高; 黄瓜生长的后期基质含水量为 69% 时, 黄瓜产量最高。

关键词: 黄瓜; 基质含水量; 营养生长; 产量; 光合特性

中图分类号: S 642.2 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0009(2013)19-0048-04

有机生态型无土栽培技术已在我国得到了较大面积的推广应用, 主要用于设施无公害蔬菜的生产。黄瓜是有机生态型无土栽培的主要蔬菜品种, 但在目前进行

有机生态型无土栽培过程中, 灌水量的控制主要是靠个人的经验进行, 没有量化的灌水指标指导, 因此, 该试验研究了玻璃温室基质含水量(指绝对含水量, 以下统称基质含水量) 对春茬黄瓜营养生长、产量和光合特征的影响, 以期通过对基质含水量的测定掌握灌水量, 为有机生态型无土栽培黄瓜的生产提供参考。

第一作者简介: 杨向红(1968-), 女, 宁夏固原市人, 本科, 农艺师, 现主要从事农作物引种示范推广工作。E-mail: ping660906@126.com.

责任作者: 吴国平(1966-), 男, 本科, 研究员, 现主要从事林业科研与示范推广工作。E-mail: ping660906@126.com.

收稿日期: 2013-05-20

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试黄瓜品种“中农 21 号”由中国农科院蔬菜花卉

Effects of NaCl on Seed Germination and Growth of *Brassica oleracea* var. *botrytis* L. Seedlings Under Acephate Stress

LI Tian-xing

(Department of Chemistry and Life Sciences, Chuxiong Normal University, Chuxiong, Yunnan 675000)

Abstract: In order to explore the mechanism of plant growth under the influence of salt and pesticides, taking *Brassica oleracea* var. *botrytis* L. as test materials, the effect of seed germination percentage and seedling growth of under NaCl-acephate combined stress with NaCl concentration as 0.0%, 0.2% and acephate concentration as 0.00%, 0.03%, 0.06%, 0.09%, 0.12% were studied. The results showed that the seed germination percentage, root length, seedling height, number of lateral roots, seedling fresh and dry weight were reduced with NaCl-acephate combined stress; Salt resistance of *Brassica oleracea* var. *botrytis* L. appeared with NaCl concentration as 0.2%, while sensitivity of *Brassica oleracea* var. *botrytis* L. to acephate treatments appeared with acephate concentration as only 0.03%; salt stress increased the effects of acephate stress on plants. So the research would give us good advice on how to plant *Brassica oleracea* var. *botrytis* L. using saline-alkali soil and how to do screening of *Brassica oleracea* var. *botrytis* L. germplasm with acephate resistance and salt resistance.

Key words: *Brassica oleracea* var. *botrytis* L.; NaCl; acephate; combined stress; seed germination; seedling growth

研究所提供。

1.2 试验方法

1.2.1 种植方法 试验在中国农业科学院蔬菜花卉所无土栽培玻璃温室进行。黄瓜采用有机生态型无土盆栽方式种植,盆直径 26 cm,高 28 cm。栽培基质为炉渣:菇渣:玉米秸=4:3:3(体积比),基质用量为 14 L/盆。试验于 2005 年 3 月 5 日用营养钵(8 cm×8 cm)育苗,育苗基质为草炭:蛭石=1:1,1 m³ 育苗基质混入有机生态型无土栽培专用肥 6 kg+磷酸二铵 0.5 kg。3 月 25 日定植,基肥用量为 1 m³ 基质混入消毒鸡粪 10 kg+预混料(尿素、微量元素等)3 kg+二铵 0.5 kg。于 4 月 14 日追施有机生态型无土栽培专用肥 1 次,用量 10 g·次⁻¹·株⁻¹,以后每隔 10 d 追肥 1 次,共计追肥 5 次。采用单蔓整枝,5 节(含)以下的瓜去除。有机生态无土栽培专用肥含 N:5.41%、P₂O₅:5.7%、K₂O:8.75%。

1.2.2 试验设计 设 3 个独立试验,分别为试验 1、试验 2 和试验 3。试验 1:黄瓜定植到采收前进行不同基质含水量处理,采收后进行统一常规灌水(表 1);试验 2:黄瓜定植到采收前进行统一常规灌水,开始采收至株高 2~3 m 进行不同基质含水量处理,后期进行统一常规灌水(表 2);试验 3:定植到株高 2~3 m 进行统一常规灌水,后期(株高 2~3 m 至拉秧)进行不同基质含水量处理(表 3)。每个试验设 5 个基质含水量处理,3 次重复,每处理 2 盆,每盆 1 株,区组内随机排列。基质含水量每 2 d 测 1 次,根据所测基质含水量进行灌水,保持基质含水量水平。灌水采用量杯定量浇灌,精度 10 mL。

表 1 试验 1 基质含水量

Table 1 Water contents in substrate in experiment No. 1

处理	前期(定植-黄瓜采收前)	黄瓜开始采收至拉秧
Treatment	Early stage(Transplanting-first harvesting)/%	Harvesting-terminal
1	80	常规灌水
2	70	常规灌水
3	60	常规灌水
4	50	常规灌水
5	40	常规灌水

注:常规灌水量平均为 0.375 L·盆⁻¹·d⁻¹。

表 4

基质含水量对黄瓜营养生长的影响

Table 4 Effect of different water contents in substrate on vegetative growth of cucumber

处理	试验 1 Experiment 1			试验 2 Experiment 2			试验 3 Experiment 3		
	株高	茎鲜重	茎粗	株高	茎鲜重	茎粗	株高	茎鲜重	茎粗
Treatment	Plant height/cm	Stem fresh weight/g	Stem diameter/mm	Plant height/cm	Stem fresh weight/g	Stem diameter/mm	Plant height/cm	Stem fresh weight/g	Stem diameter/mm
1	610.3C	297.4c	0.770b	613.4c	300.6c	0.800b	618.7b	298.1c	0.813b
2	634.7B	311.5b	0.850a	630.5b	312.4b	0.867a	625.9b	322.3b	0.840a
3	656.6A	327.6a	0.862a	649.8a	330.1a	0.875a	650.0a	357.4a	0.864a
4	596.0D	299.1c	0.769b	592.0d	289.2d	0.798b	601.4c	290.8c	0.800c
5	578.5D	294.0c	0.739c	578.5e	286.3d	0.754c	583.5d	288.6c	0.780c

注:7月10日拉秧测株高、茎重、茎粗。

1.3 项目测定

基质含水量由 Grodan 公司生产的 WCM 型水分电导仪测量。按时期灌水后 15 d 测株高,整个生育期记产量,拉秧时测株高、茎重、茎粗。用 LI-6400 便携式光合仪(美国 LICOR 公司制造)测定光合速率 Pn($\mu\text{mol CO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$)、气孔导度 Gs($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$)和蒸腾速率 Tr($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$),统一测从上往下数的第 5 片功能叶,测定条件为流速 500 $\mu\text{mol/s}$,人工光源 3 000 mv 红蓝光,叶室温度 25℃,叶面积 6 cm²。

表 2 试验 2 基质含水量

Table 2 Water contents in substrate in experiment No. 2

处理	前期 (定植-黄瓜采收前)	中期 (开始采收-株高 2~3 m)	后期 (株高 2~3 m-拉秧)
Treatment	Early stage(Transplanting-first harvesting)	Mid stage(first harvesting-plant height 2~3 m)/%	Late stage(plant height 2~3 m-terminal)
1	常规灌水	80	常规灌水
2	常规灌水	70	常规灌水
3	常规灌水	60	常规灌水
4	常规灌水	50	常规灌水
5	常规灌水	40	常规灌水

注:常规灌水量平均为 1.575 L·盆⁻¹·d⁻¹。

表 3 试验 3 基质含水量

Table 3 The scheme of water contents in substrate in experiment No. 3.

处理	定植至株高 2~3 m	后期(株高 2~3 m-拉秧)
Treatment	Transplanting-plant height 2~3 m	Late stage (Plant height 2~3 m-terminal)/%
1	常规灌水	80
2	常规灌水	70
3	常规灌水	60
4	常规灌水	50
5	常规灌水	40

注:常规灌水量平均为 0.475 L·盆⁻¹·d⁻¹。

2 结果与分析

2.1 基质含水量对黄瓜营养生长的影响

2.1.1 基质含水量对黄瓜株高的影响 从表 4 可以看出,不同的基质含水量对黄瓜株高的影响有显著性差异。试验 1 达到极显著水平,说明黄瓜生长前期基质含

水量对其株高的增长具有明显的促进作用。3组试验均随着基质含水量的增加株高呈先增加后下降的趋势,以处理3(基质含水量为60%)株高增加比较明显,处理2次之。试验1、2、3中处理3的株高分别比处理5增加了13.5%、12.3%和11.4%,处理2的株高分别比处理5增加了9.7%、9.0%和7.3%。

2.1.2 基质含水量对黄瓜茎鲜重和茎粗的影响 从表4还可以看出,基质含水量显著影响了黄瓜的茎鲜重、茎粗,随着基质含水量的增加其变化趋势与株高一致,处理3、处理2的茎鲜重和茎粗显著高于其它处理。试验1中处理2、3的茎鲜重分别比处理5提高5.95%和11.43%,茎粗增加15.02%和16.64%,在试验2和试验3中也有类似结果。说明黄瓜的营养生长较适宜的基质含水量为60%~70%。

2.2 基质含水量对黄瓜平均产量的影响

从表5可以看出,黄瓜生长的前期、中期、后期基质含水量对其平均产量的影响均达到差异显著水平。均以处理2产量最高,分别比处理5平均产量提高了31.45%、32.28%、26.98%。以黄瓜生长的中期基质含水量对产量的影响比较明显,最高产量与最低产量达到差异极显著水平,说明中期黄瓜水分管理是黄瓜高产的关键,该研究结果与Jones等^[1]的研究结果相似。

2.3 基质含水量对黄瓜光合特性的影响

从表6可以看出,基质含水量对黄瓜各个生长时期光合速率(Pn)、气孔导度(Gs)和蒸腾速率(Tr)的影响达到了差异显著水平^[2],随着基质含水量的增加,黄瓜的

光合特性指标明显上升,基质含水量增加到80%时黄瓜的光合特性指标有所下降。各指标以处理2和处理3为最高,处理5最低。试验1中处理3、2的光合速率分别比处理5提高27.88%、20.83%,气孔导度增大48.68%、21.05%,蒸腾速率提高24.39%、17.02%;试验2中处理2、3的光合速率分别比处理5提高40.16%、32.15%,气孔导度增大40.16%、32.28%,蒸腾速率提高40.22%、32.18%;试验3中处理2、3的光合速率分别比处理5提高32.63%、21.57%,气孔导度增大32.76%、21.55%,蒸腾速率提高32.69%、21.58%。黄瓜生长前期和后期各处理的光合特性指标值差不多,以黄瓜生长中期各处理的光合指标值较高^[2],该结果与基质含水量对黄瓜产量的影响较为一致,说明黄瓜生长的中期基质含水量对黄瓜的生长至关重要。黄瓜生长的前期、中期、后期基质的含水量须达到60%~70%,才有利于提高黄瓜的光合特性。

表5 基质含水量对黄瓜平均产量的影响

Table 5 Effect of different water contents in substrate on yield of cucumber kg/株

处理	试验1	试验2	试验3
	Experiment No. 1	Experiment No. 2	Experiment No. 3
1	1.30b	1.31B	1.29b
2	1.63a	1.68A	1.60a
3	1.61a	1.58A	1.51a
4	1.28c	1.31B	1.28b
5	1.24d	1.27B	1.26b

表6 基质含水量对黄瓜光合特性的影响

Table 6 Effect of different water contents in substrate on photosynthetic characteristics of cucumber

处理 Treatment	试验1 Experiment No. 1			试验2 Experiment No. 2			试验3 Experiment No. 3		
	Pn	Gs	Tr	Pn	Gs	Tr	Pn	Gs	Tr
1	16.15b	0.81b	6.42b	20.17b	1.42b	7.11b	17.11c	1.23c	6.61b
2	19.20a	0.92a	7.15a	25.20a	1.78a	8.89a	21.34b	1.54b	8.24a
3	20.32a	1.13a	7.60a	23.76a	1.68a	8.38a	19.56a	1.41a	7.55a
4	16.20b	0.83b	6.51b	18.92b	1.34b	6.67b	16.34c	1.18c	6.31b
5	15.89b	0.76b	6.11b	17.98c	1.27c	6.34c	16.09c	1.16c	6.21b

注:Pn单位:μmolCO₂m⁻²s⁻¹,Gs单位:molH₂Om⁻²s⁻¹,Tr单位:mmolH₂Om⁻²s⁻¹。

2.4 基质最佳含水量模拟

试验1中不同基质含水量与产量的关系以Peal-Reed^[3]模型模拟较好,回归方程 $Y_{产量} = 3.7657 / (1 + 0.001016EXP(-(-46.1848X_1 + 89.6851X_1^2 - 54.6625X_1^3)))$,方程 $F = 32.2546$, $R^2 = 0.9281$ 。当 $X_{基质含水量} = 0.68$ 时, $Y_{产量} = 1.666$ kg/株,达到最高(图1)。在基质含水量范围61%~74%内,与最高产量相差5%,因此为适宜的基质含水量。

试验2中不同基质含水量与产量的关系以Peal-Reed模型模拟较好,回归方程 $Y_{产量} = 2.8783 / (1 + 0.000007EXP(-(-70.8253X_1 + 133.3445X_1^2 - 79.4953X_1^3)))$,方程 $F = 60.3666$, $R^2 = 0.9847$ 。当 $X_{基质含水量} = 0.68$ 时, $Y_{产量} = 1.703$ kg/株,达到最高(图1)。在基质含水量范围63%~72%内,与最高产量相差5%,因此为适宜的基质含水量。

试验3中不同基质含水量与产量的关系以Peal-

Reed 模型模拟较好, 回归方程 $Y_{\text{产量}} = 4.0976 / (1 + 0.000559 \text{EXP}(-(-48.3669X_1 + 90.5096X_1^2 - 53.7041X_1^3)))$, 方程 $F = 49.0765$, $R^2 = 0.9784$ 。当 $X_{\text{基质含水量}} = 0.69$ 时, $Y_{\text{产量}} = 1.611 \text{ kg/株}$, 达到最高(图 1)。在基质含水量范围 62%~74% 内, 与最高产量相差 5%, 因此为适宜的基质含水量。

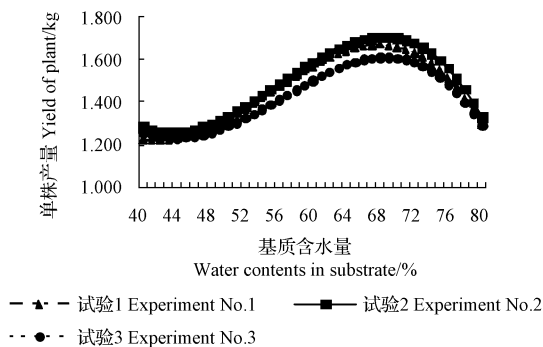


图 1 基质含水量与产量的回归曲线

Fig. 1 Regression curve between different water contents in substrate and yield

3 结论

何华等^[4]研究表明, 基质含水量显著影响了黄瓜的株高、茎鲜重、茎粗, 并且随着基质含水量的增加株高呈现先增加后下降的趋势, 茎鲜重和茎粗的变化趋势与株高一致。该试验结果表明, 以处理 3 (基质含水量为 60%) 时黄瓜植株生长指标增加比较明显, 处理 2 次之, 因此, 适宜黄瓜营养生长的基质含水量在前期、中期、后期皆以 60%~70% 为宜。

基质含水量对黄瓜产量的影响达差异显著水平, 通过回归方程模拟优化, 适宜的基质含水量区间是 61%~74%, 其中在黄瓜生长的前期基质含水量为 68% 时, 黄瓜产量最高为 1.666 kg/株; 黄瓜生长的中期基质含水量为 68% 时, 黄瓜产量最高为 1.703 kg/株; 黄瓜生长的后期基质含水量为 69% 时, 黄瓜产量最高为 1.611 kg/株。在黄瓜生长的中期基质含水量对产量的影响比较明显^[5], 最高产量与最低产量差异达到极显著水平, 说明中期黄瓜水分管理是黄瓜高产的关键。

基质含水量对黄瓜各个生长时期光合特性的影响达到了显著水平, 随着基质含水量的增加黄瓜的光合特性指标明显上升, 基质含水量增加到 80% 时黄瓜的光合特性指标有所下降, 各指标以处理 2、3 为高, 处理 5 最低。因此在黄瓜生长的前期、中期、后期, 基质的含水量达到 60%~70% 时有利于提高黄瓜的光合特性。

参考文献

- [1] Jones H G, Tardieu F. Modeling water relation of horticultural crops [J]. Scientia Horticulture, 1998, 74: 21-46.
- [2] 王绍辉, 张福漫. 不同水分处理对日光温室黄瓜叶片光合特性的影响[J]. 植物学通报, 2002, 19(6): 727-733.
- [3] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [4] 何华, 杜社妮, 梁银丽, 等. 土壤水分条件对温室黄瓜需水规律和水分利用的影响[J]. 西北植物学报 2003, 23(8): 1372-1376.
- [5] 张宪法, 于贤昌, 张振贤. 土壤水分对温室黄瓜结果期生长与生理特性的影响[J]. 园艺学报, 2002, 29(4): 343-347.

Effect of Different Water Contents in Substrate on Vegetative Growth, Yield and Photosynthetic Characteristics of Cucumber

YANG Xiang-hong¹, WU Lin-ke², WU Guo-ping²

(1. Guyuan City Agricultural Technology Extension and Service Center, Guyuan, Ningxia 756000; 2. Guyuan Municipality Institute of Agricultural Sciences, Guyuan, Ningxia 756000)

Abstract: Taking 'Zhongnong No. 21' as material, the influence of different water content of substrate in different period on cucumber growth, yield and photosynthetic characteristics in facilities condition were studied. The results showed that the water content in 60%~70% was suitable to vegetative growth, yield and photosynthetic characteristics. Through the regression equation simulation optimization, suitable substrate water content range were 61%~74%, among them, in the early stage of cucumber growth period, the suitable water content was 68%, under this condition had the highest yield of cucumber; in the late stage, the suitable water content was 69%, and had the highest yield.

Key words: cucumber; water contents in substrate; vegetative growth; yield; photosynthetic characteristics