

伴生小麦对黄瓜生长及生理指标的影响

高春琦 吴凤芝*

(东北农业大学园艺学院, 黑龙江哈尔滨 150030)

摘要: 采用田间试验, 研究了伴生小麦对黄瓜生长及生理指标的影响。结果表明: 伴生小麦栽培模式与黄瓜单作相比, 在一定程度上能够促进黄瓜生长, 延缓黄瓜叶绿素和可溶性蛋白含量的下降, 提高黄瓜光合作用的强度, 增强黄瓜 SOD、POD 的活性, 同时抑制黄瓜 MDA 含量的持续上升。伴生小麦栽培模式可以降低黄瓜叶绿素和蛋白质的降解速度, 提高黄瓜抗氧化酶的活性, 通过阻止氧自由基的积累, 从而减缓黄瓜叶片的衰老。

关键词: 黄瓜; 伴生小麦; 叶片衰老; 生理指标

黄瓜是我国种植范围最广、面积最大的蔬菜之一, 在我国农业生产中占据十分重要的经济地位(张鹏, 2006)。植物成熟、衰老是一个复杂的生理生化过程, 植物的衰老过程受环境因子的影响。适宜的环境下黄瓜结瓜期较长, 不利环境下黄瓜叶片早衰使黄瓜结果期缩短, 产量下降(王伟, 2011)。北方地区越冬栽培过程中的低温寡照和南方地区露地栽培中的高温, 均可造成叶片早衰, 限制黄瓜生长季节的生产(孙艳等, 2008)。以往研究黄瓜衰老的试材多为处于黑暗、高温、干旱等胁迫条件下的幼苗(Feng et al., 1999; 樊怀福等, 2007; 徐向东等, 2011), 而对正常田间管理条件下的衰老研究相对较少(商庆梅等, 2010; 王伟等, 2011)。黄瓜在正常的衰老过程中发生一系列生理生化变化, 如生长速度减慢、叶片叶绿素含量减少、光合作用强度下降、过氧化物酶活性降低, 以及丙二醛含量升高, 这些变化是叶片衰老的典型生理、生化变化(Isobe et al., 2000)。

小麦是具有化感作用的全球性禾本科作物, 表现为活体或残体向环境中释放次生代谢物质, 对自身或其他生物产生促进或抑制作用(Alsaadawi,

2001; Oueslati, 2003)。伴生小麦对黄瓜生长有促进作用, 降低了黄瓜角斑病、白粉病、霜霉病和枯萎病的病情指数和尖孢镰刀菌的数量, 有利于提高土壤微生物群落的多样性, 减轻病害, 提高黄瓜产量, 使黄瓜单株产量增加 6.41% (吴凤芝和周新刚, 2009; 韩哲, 2012); 明显改善了土壤微生物的区系组成, 使细菌和放线菌数量增加, 土传病菌数量降低, 能缓解设施土壤连作障碍(王玉彦等, 2009)。以往的相关研究主要侧重伴生小麦后根际土壤的变化(韩哲等, 2012; 王东凯等, 2012)。

本试验采用田间试验, 在伴生小麦栽培模式下通过对黄瓜叶片形态指标、生理指标以及光合参数等指标进行分析, 初步探明了伴生小麦对黄瓜生长及生理指标的影响, 旨在为进一步开展黄瓜衰老问题的研究奠定基础。

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验于 2013 年 6~10 月在东北农业大学园艺试验站大棚和园艺学院蔬菜生理生态研究室进行。供试黄瓜 (*Cucumis sativus* L.) 品种为津春 9 号, 小麦 (*Triticum aestivum* L.) 品种为品资 II-5 (马亚飞, 2011)。供试土壤为园艺站设施内多年的黄瓜连作土, 土壤基本理化性质为: 有机质 71.30 g·kg⁻¹, 全氮 2.98 g·kg⁻¹, 碱解氮 194.75 mg·kg⁻¹, 速效磷 308.12 mg·kg⁻¹, 速效钾 327.94 mg·kg⁻¹, pH 7.31,

高春琦, 女, 硕士研究生, 专业方向: 设施园艺与蔬菜生理生态, E-mail: byndgcq@163.com

* 通讯作者 (Corresponding author): 吴凤芝, 教授, 博士生导师, 专业方向: 设施园艺与蔬菜生理生态, E-mail: fzwu2006@aliyun.com

收稿日期: 2014-01-16; 接受日期: 2014-05-19

基金项目: 国家大宗蔬菜产业技术体系专项 (CASR-25)

EC 0.43 mS · cm⁻¹。

1.2 试验设计

黄瓜于6月5日在温室内播种育苗,常规育苗管理,7月2日(幼苗二叶一心)定植于大棚,定植株距30 cm,行距60 cm,垄作,垄长5 m。伴生小麦于黄瓜定植后7 d条播在黄瓜栽培垄的两侧、距黄瓜植株5~10 cm处,播种量为每垄25 g。以不播种小麦的单作黄瓜为对照,每个处理4垄,在中间2垄取样,3次重复,随机区组排列。按常规黄瓜生产进行管理。小麦伴随黄瓜全生长期生长,当小麦长到35~40 cm高时留茬10 cm左右,留茬的下部留有生长点可分蘖继续生长,割去的上部填到黄瓜两垄之间作为绿肥。

待幼苗三叶一心时,对第4片叶片进行叶龄(叶片伸出后天数)标记,于第4片叶叶龄20 d时开始取第4、第5片叶,每隔10 d取第4、第5片叶1次,共取样5次(第4片叶叶龄60 d后,定位追踪的黄瓜第4、第5片叶已经基本枯萎),每次取样选取长势比较一致的植株3株作为1次重复,共3次重复,除叶绿素含量用鲜样进行测定、光合参数指标用活体测定外,其余指标测定样品均采用液氮速冻方法保存于-80℃冰箱中备用。

1.3 测定项目

1.3.1 形态指标测定 常规方法测定株高(茎基部到植株生长最高处,用米尺测定)、茎粗(茎基部

的粗度,用游标卡尺测定)及植株干鲜质量(用分析天平测定)。

1.3.2 生理指标测定 叶绿素含量采用比色法测定;可溶性蛋白质含量采用考马斯亮蓝G-250染色法测定;丙二醛(MDA)含量采用硫代巴比妥酸(TBA)比色法测定(郝再彬等,2004)。超氧化物歧化酶(SOD)活性采用氮蓝四唑(NBT)法测定;过氧化物酶(POD)活性采用愈创木酚比色法测定(李合生,2000)。

1.3.3 光合参数的测定 选择晴好天气用美国Li-COR公司LI-6400便携式光合仪在9:00~11:00对黄瓜第5片叶进行气孔导度(Gs)、净光合速率(Pn)、胞间CO₂浓度(Ci)、蒸腾速率(Tr)的测定。

1.4 数据处理

数据整理采用Excel软件完成,差异显著性测验采用SAS V9数据处理软件完成。

2 结果与分析

2.1 伴生小麦对黄瓜生长的影响

由表1可知,黄瓜在第4片叶叶龄40 d前处于生长发育时期,黄瓜株高、茎粗快速增长,后期增长缓慢。伴生小麦处理的黄瓜各项生理指标均高于黄瓜单作,其中株高、植株鲜质量在第4片叶叶龄40 d时显著高于单作。从整体来看,与黄瓜单作相比,伴生小麦处理的黄瓜长势较好。

表1 伴生小麦对黄瓜生长的影响

第4片叶 叶龄/d	株高/cm		茎粗/mm		植株干质量/g		植株鲜质量/g	
	黄瓜伴生小麦	黄瓜单作(CK)	黄瓜伴生小麦	黄瓜单作(CK)	黄瓜伴生小麦	黄瓜单作(CK)	黄瓜伴生小麦	黄瓜单作(CK)
20	96.85 a	95.37 a	8.93 a	8.43 a	12.66 a	12.07 a	176.57 a	171.47 a
30	143.03 a	128.52 b	10.23 a	9.66 a	29.15 a	27.33 a	402.53 a	354.07 a
40	212.50 a	193.67 b	11.37 a	10.50 a	48.93 a	40.64 a	472.20 a	383.40 b
50	215.83 a	209.67 a	11.48 a	10.64 a	58.39 a	50.17 a	487.30 a	458.93 a
60	225.83 a	217.83 a	11.64 a	10.87 a	63.63 a	57.20 a	615.43 a	579.40 a

注:表中同一测定时期同一指标数据后不同小写字母表示差异显著($\alpha=0.05$)。

2.2 伴生小麦对黄瓜生理指标的影响

由图1可知,伴生小麦处理的黄瓜叶片叶绿素含量始终高于黄瓜单作,并在第4片叶叶龄30、40、60 d时差异显著;黄瓜单作的叶绿素含量在第4片叶叶龄20~30 d时下降最快,叶龄30 d时比叶龄20 d下降30.8%;从整体来看,黄瓜叶片的叶绿素含量一直呈下降趋势,且伴生小麦处理的下降趋势较黄瓜单作缓慢。伴生小麦处理的黄瓜叶片可

溶性蛋白含量在第4片叶叶龄50 d时显著高于黄瓜单作;整体上,黄瓜叶片的可溶性蛋白含量均呈先上升后下降的趋势,伴生小麦处理的黄瓜叶片可溶性蛋白含量与黄瓜单作相比下降缓慢。在第4片叶叶龄30 d时,伴生小麦处理的黄瓜叶片MDA的含量显著低于黄瓜单作,单作的黄瓜叶片MDA含量在第4片叶叶龄30 d时迅速上升,伴生小麦处理的黄瓜叶片MDA含量在第4片叶叶龄40 d时迅

速上升。从整体来看,MDA 含量均呈逐渐上升的变化趋势,与单作相比,伴生小麦处理的黄瓜叶片 MDA 含量上升缓慢。

如图 2 所示,伴生小麦处理的黄瓜叶片 SOD 活性在第 4 片叶叶龄 30、40 d 时均显著高于黄瓜单作;黄瓜单作的叶片 SOD 活性一直呈现下降的趋

势,而伴生小麦处理的黄瓜叶片 SOD 活性呈现先上升后下降的变化趋势,在第 4 片叶叶龄 30 d 时达到最大。伴生小麦处理的黄瓜叶片 POD 活性在第 4 片叶叶龄 20、30 d 时显著高于黄瓜单作,并在叶龄 30 d 时达到最大;整体看,POD 的活性均呈现先上升后下降的变化趋势;前期变化程度大,后期 POD

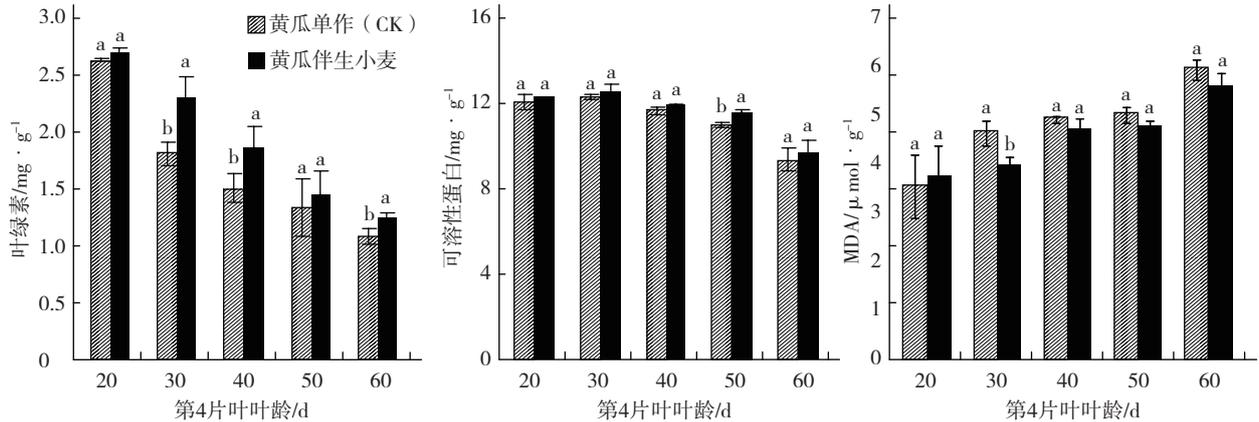


图 1 伴生小麦对黄瓜叶绿素、可溶性蛋白和 MDA 含量的影响
 图柱上同一测定时期不同小写字母表示差异显著 ($\alpha=0.05$), 下图同。

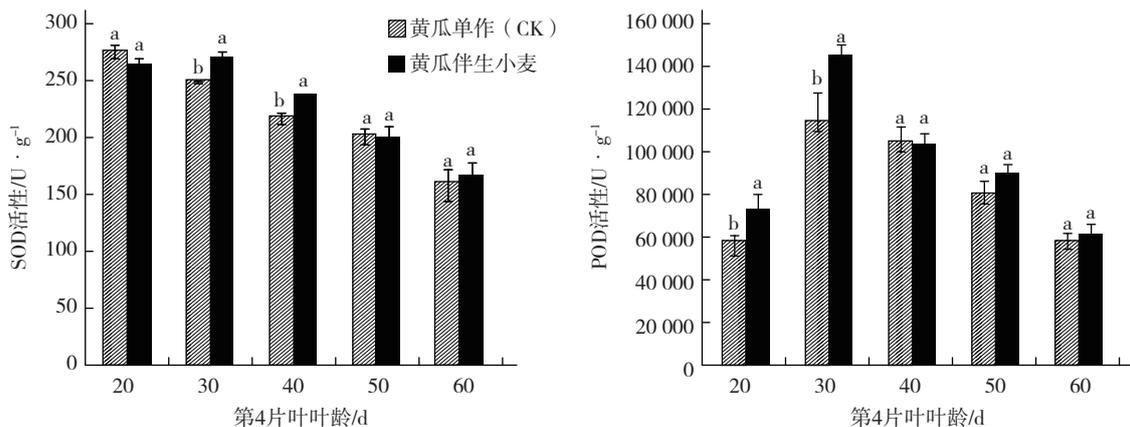


图 2 伴生小麦对黄瓜叶片 SOD、POD 活性的影响

的活性与前期相比较稳定。

2.3 伴生小麦对黄瓜叶片光合参数的影响

如图 3 所示,在第 4 片叶叶龄 20 d 时,伴生小麦处理的黄瓜叶片净光合速率显著低于黄瓜单作,但在第 4 片叶叶龄 50、60 d 时,伴生小麦处理的黄瓜叶片净光合速率显著高于黄瓜单作;整体来看,前期,伴生小麦的黄瓜叶片净光合速率低于黄瓜单作,后期,伴生小麦处理的黄瓜叶片净光合速率高于黄瓜单作;单作的黄瓜叶片净光合速率一直呈现下降的趋势,而伴生小麦处理的黄

瓜叶片净光合速率呈现先上升后下降的变化趋势。伴生小麦处理与单作的黄瓜叶片气孔导度均呈持续下降的趋势,且二者之间差异不显著。在第 4 片叶叶龄 20、40、50 d 时,伴生小麦处理的黄瓜叶片胞间 CO₂ 浓度显著低于黄瓜单作;黄瓜叶片的胞间 CO₂ 浓度整体呈现先下降后上升的趋势。在第 4 片叶叶龄 30 d 时,伴生小麦处理的黄瓜叶片蒸腾速率显著高于黄瓜单作;黄瓜叶片的蒸腾速率均呈现下降的趋势,在第 4 片叶叶龄 30 d 时下降最快。

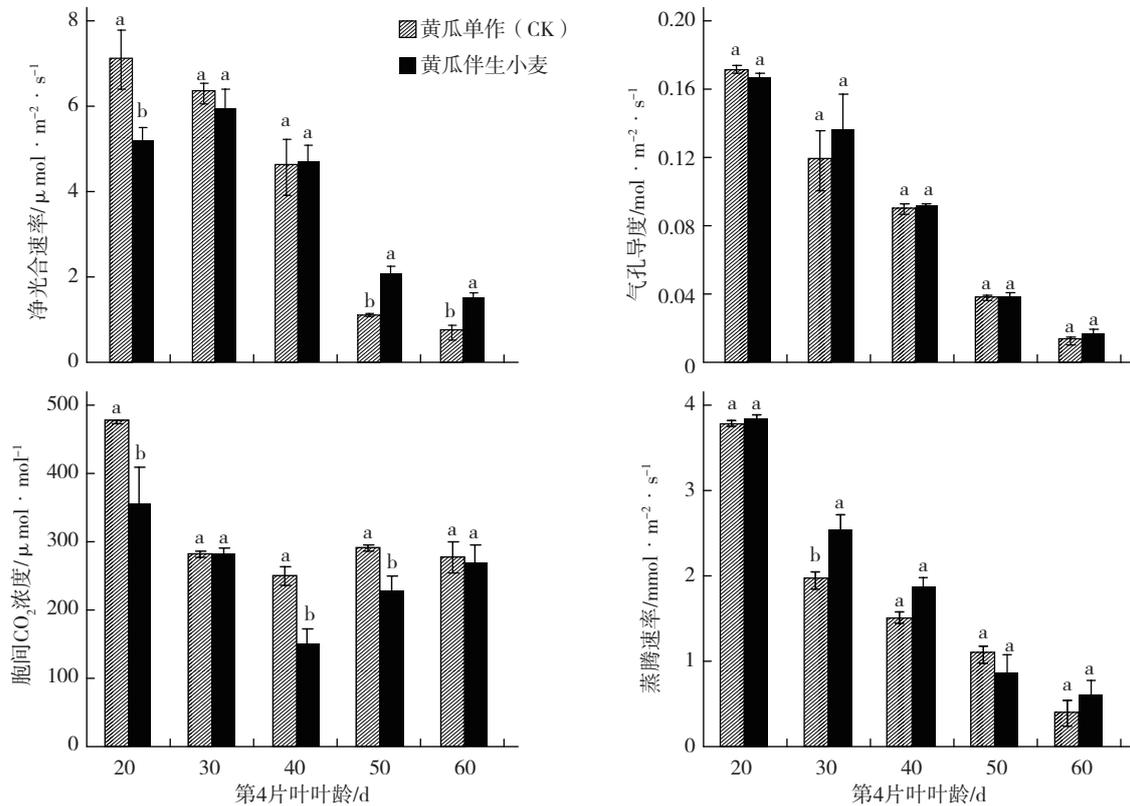


图3 伴生小麦对黄瓜叶片光合参数的影响

3 结论与讨论

黄瓜伴生小麦栽培能提高黄瓜产量(吴凤芝和周新刚, 2009), 使单株产量增加 6.41% (韩哲, 2012)。为了探明增产机制, 本试验对黄瓜叶片形态指标、生理指标以及光合参数等指标进行分析。结果表明, 在植株长势上, 黄瓜伴生小麦处理优于黄瓜单作。许多研究表明, 叶片衰老程度越严重, 叶绿素含量越低, 可溶性蛋白降解越快 (Lee et al., 2001)。本试验中, 随着黄瓜植株的生长, 叶片的叶绿素含量呈下降趋势, 但是, 在第 4 片叶叶龄 30、40、60 d 时伴生小麦处理的黄瓜叶片叶绿素含量显著高于黄瓜单作; 在第 4 片叶叶龄 50 d 时伴生小麦处理的黄瓜叶片可溶性蛋白含量显著高于黄瓜单作。由此可以看出, 伴生小麦处理与黄瓜单作相比, 黄瓜叶片叶绿素及可溶性蛋白的降解速度相对较慢, 在一定程度上减缓了黄瓜叶片衰老的速度。在黄瓜生长后期(第 4 片叶叶龄 50、60 d), 伴生小麦处理的黄瓜叶片净光合速率显著高于黄瓜单作。这一结果表明, 与黄瓜单作相比, 伴生小麦处理的黄瓜在后期所积累的净能量相对增多, 固定

的能量也越多(王秋姣和廖飞勇, 2013), 对提高产量起到了积极的作用。

在本试验中, 由于定位追踪的黄瓜第 5 片叶位于植株下部, 与上部叶片相比吸收的太阳能较少, 致使整体的光合参数较低; 并且由于取样的部位一直是从下方数的第 5 片叶, 到第 5 次取样时第 5 片叶已经生长至 58 d, 叶片衰老黄化严重, 光合能力弱, 光合参数迅速下降, 以致试验不能再继续进行, 如何合理定位取样是今后试验中值得注意的问题。

以往研究表明, 叶绿素含量及 SOD、POD 活性可以作为鉴定黄瓜叶片衰老的生理生化指标(商庆梅, 2009)。本试验结果表明: 通过黄瓜伴生小麦栽培措施后, 在第 4 片叶叶龄 30 d 时, 显著增强了主栽作物黄瓜的 SOD、POD 活性, 减轻了黄瓜 MDA 的积累, 这一结果与王利等(2007)的研究结果一致, 说明在第 4 片叶叶龄 30 d 时黄瓜伴生小麦栽培模式能够有效阻止黄瓜叶片高浓度氧的积累, 防止膜脂过氧化作用, 对黄瓜叶片进行保护, 从而延缓黄瓜叶片衰老。黄瓜伴生小麦生长后期, 黄瓜叶片的 SOD、POD 活性降低, 表明清除

活性氧能力下降,造成细胞内活性氧积累而产生毒害,引起细胞膜过氧化破坏作用,黄瓜叶片衰老加快(王志坤等,2010)。

伴生小麦减缓黄瓜叶片衰老的分子机理尚未清楚,植物衰老在分子水平上多表现为许多衰老相关基因的活跃表达以及蛋白质的差异表达等(王建勇等,2011),因此,需进一步研究伴生小麦延缓黄瓜叶片衰老的分子机理。

参考文献

- 樊怀福,郭世荣,焦彦生,张润花,李娟.2007.外源一氧化氮对NaCl胁迫下黄瓜幼苗生长,活性氧代谢和光合特性的影响.生态学报,27(2):546-553.
- 韩哲.2012.伴生小麦提高黄瓜霜霉病抗性的生理生化机制[硕士论文].哈尔滨:东北农业大学.
- 韩哲,刘守伟,潘凯,吴凤芝.2012.不同栽培模式对黄瓜根际土壤酶活性及细菌群落结构的影响.植物营养与肥料学报,18(4):922-931.
- 郝再彬,苍晶,徐仲.2004.植物生理实验.哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社.
- 李合生.2000.植物生理生化实验原理和技术.北京:高等教育出版社.
- 马亚飞.2011.不同化感效应小麦根系分泌物对黄瓜生长及土壤生态环境的影响[硕士论文].哈尔滨:东北农业大学.
- 商庆梅.2009.黄瓜衰老特征特性研究[硕士论文].哈尔滨:东北农业大学.
- 商庆梅,秦智伟,周秀艳.2010.黄瓜植株衰老过程中根系内生理生化指标变化.东北农业大学学报,41(9):27-30.
- 孙艳,梁宇柱,陈敬东,丁勤,徐伟君,徐向东.2008.黄瓜叶片衰老过程中抗坏血酸含量与生理指标关系的研究.西北植物学报,28(3):512-516.
- 王东凯,杨威,吴凤芝.2012.不同栽培模式对设施黄瓜生长发育及土壤微生物数量的影响.东北农业大学学报,43(7):95-99.

- 王建勇,姚晓华,张志斌.2011.植物叶片衰老机理与调控研究进展.安徽农业科学,39(31):19036-19038,19058.
- 王利,张亚红,郭文忠,谭瑶.2007.黄瓜博耐13-b叶片衰老机理研究.农业科学研究,28(4):12-15.
- 王秋姣,廖飞勇.2013.水分胁迫对花叶柳光合荧光参数的影响.北方园艺,(1):42-45.
- 王伟.2011.黄瓜衰老过程中叶绿素降解相关酶基因cDNA片段的克隆与表达初步研究[硕士论文].武汉:华中农业大学.
- 王伟,徐跃进,万正杰.2011.黄瓜叶绿素降解关键酶基因PPH和PAO cDNA片段的克隆与表达初步分析.园艺学报,38(6):1104-1110.
- 王玉彦,吴凤芝,周新刚.2009.不同间作模式对设施黄瓜生长及土壤环境的影响.中国蔬菜,(16):8-13.
- 王志坤,秦智伟,周秀艳.2010.黄瓜果实成熟衰老过程中几种物质的变化.中国蔬菜,(12):41-45.
- 吴凤芝,周新刚.2009.不同作物间作对黄瓜病害及土壤微生物群落多样性的影响.土壤学报,46(5):899-906.
- 徐向东,孙艳,郭晓芹,孙波,张坚.2011.高温胁迫下外源褪黑素对黄瓜幼苗光合作用及叶绿素荧光的影响.核农学报,25(1):179-184.
- 张鹏.2006.黄瓜叶片衰老过程中内肽酶变化及其生化特性的研究[博士论文].南京:南京农业大学.
- Alsaadawi I S. 2001. Allelopathic influence of decomposing wheat residues in agroecosystems. Journal of Crop Production, 4(2): 185-196.
- Feng Z, Xu Y, Li H, Wang J, Wang G. 1999. Effect of triadimefon on anti-oxidative enzymes activity in cucumber cotyledons. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 20(6): 1022-1026.
- Isobe H, Kubota A, Miyabe S, Nomura Y, Yokomori K. 2000. Process cartridge and image forming apparatus. US. Patent 6064843,5(16).
- Lee R H, Wang C H, Huang L T. 2001. Leaf senescence in rice plants: cloning and characterization of senescence up-regulated genes. Journal of Experimental Botany, 52(358): 1117-1121.
- Oueslati O. 2003. Allelopathy in two durum wheat (*Triticum durum* L.) varieties. Agriculture, Ecosystems & Environment, 96(1): 161-163.

Effect of Associated Wheat on Cucumber Growth and Physiological Index

GAO Chun-qi, WU Feng-zhi*

(College of Horticulture, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, Heilongjiang, China)

Abstract: Field experiment was carried out to study the effects of associated wheat on cucumber growth and physiological index. The result indicated that comparing with cucumber monoculture, associated wheat cultivation model could to certain extent accelerate cucumber growth, delay the decline of chlorophyll and soluble protein contents, improve photosynthesis intensity, enhance SOD, POD activities, and at the same time inhibit the rising of MDA content. The associated wheat cultivation model could reduce the degradation rate of chlorophyll and soluble proteins, improve the activity of antioxidant enzymes, and prevent the accumulation of oxygen free radicals, so as to slow down the senescence rate of cucumber leaf.

Key words: Cucumber (*Cucumis sativus* L.); Associated wheat (*Triticum aestivum* L.); Leaf senescence; Physiological index