岐阜大学機関リポジトリ
Gifu University Institutional Repository

Effects of Salinity Stress on Growth, Yield and Water Use Efficiency of Tomato under Soilless Cultivation

メタデータ	言語: English 出版者: 公開日: 2018-08-30 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: ZHANG, PENGFEI メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/56216

氏　　名（本㊒籍）	ZHANG PENGFEI（中華人民共和国）
学 位 の 種 類	博士（農学）
学 位 記 番 号	農博甲第６６８号
学位授与年月日	平成２９年３月１３日
研究科及び専攻	連合農学研究科 生物環境科学専攻
研究指導を受けた大学	岐阜大学
学 位 論 文 題 目	Effects of Salinity Stress on Growth, Yield and Water Use Efficiency of Tomato under Soilless Cultivation （トマトの養液栽培における塩ストレスが生長、収量、水利用効率に与える影響）
審 査 委 員 会	主査　岐阜大学　准教授　伊 藤 健 吾 副査　岐阜大学　教 授　千 家 正 照 副査　静岡大学　教 授　土 屋 智

論 文 の 内 容 の 要 旨

トマトは世界中で最も重要な野菜植物の一つである。トマトは様々な形式で消費され、たとえば、生食、調理、または、ジュース、パルプ、ペースト他多種のソースに加工され、缶詰にされる。水耕栽培は生育環境の制御を改善し、土壌栽培の水分や肥料状態の不確実性を避けるために、トマトの栽培が広く使用されている。栄養液に塩を加えてトマトを栽培することは、果物の品質を高める有名な技術である。 しかし、その根域における高濃度の塩は、成長、果実の大きさおよび果実収量の低下を引き起こす。そのため、本研究の目的は、トマトの養液栽培における、減収がなく果物品質をできるだけ高める最も適当な電気伝導度（EC 値）閾値および最高の塩分管理方法を見つけることである。

そこで、本研究は下記の二つに大別される。

（１）低塩ストレス下の溶液栽培によるトマトの成長、収量、水利用効率に与える影響
（２）異なる成長階段で塩ストレスがトマトの成長、収量、水利用効率に与える影響

１つ目の研究成果を取り纏めると下記のとおりである。

従来のトマトの水耕栽培における塩ストレスの研究は、高塩ストレス下(EC > 2.0 dS m^{-1})のトマトの生育状況、収量、品質に関するものが大部分で、その内容は、塩ストレスが高くなれば、収量は減少するが、糖度や酸度などの品質は向上するという一般的な傾向を明にしている。しかし、低塩ストレス下(EC < 1.6 dS m^{-1})における研究例が少なく、収量の

減少を伴わない塩ストレスの閾値については明らかにした研究成果がきわめて少ない。そこで、最適な EC の閾値を検討することを目的として、6 つの塩分レベル（電気伝導度 EC 値：0.78, 0.91, 1.10, 1.26, 1.41, 1.58 dS m^{-1}）下で市販の水耕栽培ポットとベジタブルライフ A 水耕栽培液体肥料を用いて、トマト（品種：ペペ）の栽培実験（４段栽培）を行った。その結果、

① 養液の EC 値が 1.58 dS m^{-1} になると、生体重、SPAD 値（葉緑素）及び乾重などの成長パラメータに統計的に有意な塩ストレスの影響を受けることが示された。
② SPAD 値（葉緑素）は塩ストレスに最も敏感な反応する指標であることを確認した。
③ 養液の EC 値が 1.41 dS m^{-1} に達したとき、トマトの収量は塩ストレスによって統計的に有意な影響を受けて、成長パラメータより敏感に現れた。果実の品質は塩ストレスによって向上する傾向が見られた。
④ 蒸発散も同様に EC 値が 1.58 dS m^{-1} になると塩ストレスの影響を受けて減少したが、水利用効率（単位消費水量あたりの果実とバイオマスの生産量）には優位な変化はなかった。
⑤ ベジタブルライフ A 水耕栽培液体肥料を用いて、減収がなく果実の品質を高める養液の塩濃度は EC 値で 1.41 dS m^{-1} であるとの目安として示された。

二つ目の研究成果を取り纏めると下記のとおりである。

本研究では、トマト（品種：千果）の養液栽培において、異なる生育ステージ（栄養成長期、開花期、結実期）での塩ストレス（EC：2.0 dS m-1）が、植物生長、収量、果実の品質、水利用効率に与える影響について検討した。その結果、以下のことが明らかになった。

① いずれの成長段階でも短期間（21 日未満）の塩ストレスはトマトの成長や水利用効率に影響しなかった。
② 栄養成長期の塩ストレスは、トマトの生育、収量、果実品質に影響を与えなかった。
③ 開花期および結実期の塩ストレスは、トマトの収量減少を引き起こした。これは果実の大きさよりも果実数の減少によるものであった。
④ 結実期の塩ストレスは果実の品質を改善した。
⑤ 塩ストレスが前後のトラスの収量と果実品質に与える影響は、ストレスが発生した時点での各トラスの生育階段に依存していた。

これらの研究成果は、トマト（品種：ペペ、千果）の溶液栽培における最適な塩分濃度管理について重要な知見を提供するものである。しかし、他の品種のトマトについては、今後、同様の栽培実験を行って、上記の研究成果を検証することが望まれる。

審 査 結 果 の 要 旨

溶液栽培は、土壌栽培の水分や肥料状態の不確実性を避け、生育環境の制御を改善するために、トマト栽培で広く採用されている。さらに、トマト果実の品質を高めるために、

栄養液に塩類を加えて水分ポテンシャルを制御する技術は、有名な栽培法として近年広く適用されている。 しかし、その根域における高濃度の塩類は、トマトの成長量、果実の大きさや収量の低下を引き起こす要因として知られている。そこで、本研究の目的は、トマトの養液栽培において、収量の減少がなく果物品質を可能な限り向上させるのに最適な塩類濃度（電気伝導度：EC 値）の閾値や塩分管理の方法を明らかにすることにある。

そこで、本研究は以下の二つに大別される。

（1） 低塩ストレス下の溶液栽培によるトマトの収量、品質、水利用効率に与える影響

（2） 異なる成長階段での塩ストレスがトマトの収量、品質、水利用効率に与える影響

一つ目の研究成果（基礎論文１、２）を取り纏めると以下の通りである。

従来のトマトの水耕栽培における塩ストレスの研究は、高塩ストレス下($EC > 2.0\ dS\ m^{-1}$)のトマトの生育状況、収量、品質に関するものが大部分で、その内容は、塩ストレスが高くなれば、収量は減少するが、糖度や酸度などの品質は向上するという一般的な傾向を明にしている（基礎論文１）。しかし、低塩ストレス下($EC < 1.6\ dS\ m^{-1}$)における研究例が少なく、収量の減少を伴わない塩ストレスの閾値については明らかにされていない。そこで、最適な EC の閾値を検討する目的で、6 つの塩分レベル（電気伝導度 EC：0.78, 0.91, 1.10, 1.26, 1.41, 1.58$dS\ m^{-1}$）下で水耕栽培ポットを用いてトマト（品種：ぺぺ）の栽培実験を行った。その結果、養液の EC 値が $1.58\ dS\ m^{-1}$ になると、生体重、SPAD 値（葉緑素）及び乾重などの成長パラメータに統計的に有意な塩ストレスの影響を受けることが示された。とくに、SPAD 値は塩ストレスに最も敏感に反応する指標であることを明らかにした。また、養液の EC 値が $1.41\ dS\ m^{-1}$ に達したとき、トマトの収量は塩ストレスによって統計的に有意な影響を受け、成長パラメータより敏感に現れた。一方、果実の品質は塩ストレスによって向上する傾向が見られた。蒸発散も同様に EC 値が $1.58\ dS\ m^{-1}$ になると塩ストレスの影響を受けて減少したが、水利用効率（単位消費水量あたりの果実とバイオマスの生産量）には優位な変化はみられなかった。以上のように、ベジタブルライフ A 水耕栽培液体肥料を用いて、減収がなく果実の品質を高める養液の塩濃度を確認し、その EC 値は $1.41\ dS\ m^{-1}$ であることを明らかにした。

二つ目の研究成果（基礎論文 3）を取り纏めると下記のとおりである。

本研究では、トマト（品種：千果）の養液栽培において、異なる生育ステージ（栄養成長期、開花期、結実期）での塩ストレス（EC：2.0 dS m-1）が、植物生長、収量、果実の品質、水利用効率に与える影響について検討した。その結果、以下のことが明らかになった。①いずれの成長段階でも短期間（21 日未満）の塩ストレスはトマトの成長や水利用効率に影響しなかった。②栄養成長期の塩ストレスは、トマトの生育、収量、果実品質に影響を与えなかった。③開花期および結実期の塩ストレスは、トマトの収量減少を引き起こした。これは果実の大きさよりも果実数の減少によるものであった。④結実期の塩ストレスは果実の品質を改善した。⑤塩ストレスが前後のトラスの収量と果実品質に与える影響は、ストレスが発生した時点での各トラスの生育階段に依存していた。

これらの研究成果は、トマト（品種：千果）の溶液栽培における最適な塩分濃度管理について重要な知見を提供するものである。しかし、他の品種のトマトについては、今後、同様の栽培実験を行って、上記の研究成果を検証することが望まれる。

以上について，審査委員全員一致で本論文が岐阜大学大学院連合農学研究科の学位論文として十分価値あるものと認めた．学位論文の基礎となる学術論文は以下の通りである．

【基礎論文】

1) Effects of salinity stress on growth, yield, fruit quality and water use efficiency of tomato under hydroponics system，Pengfei Zhang, Masateru Senge, Yanyan Dai, Reviews in Agricultural Science 4：46～55,2016.
2) Effects of low salinity stress on growth, yield and water use efficiency of tomato under soilless cultivation,Pengfei Zhang, Masateru Senge, Kohei Yoshiyama, Kengo Ito, Yanyan Dai, Fuping Zhang, IRRIGATION, DRAINAGE AND RURAL ENGINEERING JOURNAL (in printing)
3) Effects of salinity stress at different growth stages on tomato growth, yield and water use efficiency,Pengfei Zhang, Masateru Senge, Yanyan Dai, Communications in Soil Science and Plant Analysis (in printing)