



TITLE:

# Analysis of Nutritional Components of Spinach Under Root Chilling Stress( Abstract\_要旨 )

AUTHOR(S):

Koyama(Ito), Ayana

---

CITATION:

Koyama(Ito), Ayana. Analysis of Nutritional Components of Spinach Under Root Chilling Stress. 京都大学, 2021, 博士(農学)

ISSUE DATE:

2021-05-24

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.r13423>

RIGHT:

( 続紙 1 )

京都大学	博士 ( 農 学 )	氏名	香山 (伊藤) 彩菜
論文題目	Analysis of Nutritional Components of Spinach Under Root Chilling Stress (根圏低温ストレス下のホウレンソウの栄養成分に関する分析)		
(論文内容の要旨)			
<p>完全人工光型植物工場は、天候に依存せず無農薬で品質の安定した野菜の安定供給が可能であるが、電気代などの運営コストが高くなり、市場に流通する野菜を生産しても採算が合わないという課題も抱えている。本研究の目的は、植物工場において根圏の低温処理により糖度とアスコルビン酸を増加させた高付加価値のホウレンソウの栽培技術を確認することである。</p> <p>まず、養液の低温処理日数がホウレンソウの成分含量に及ぼす影響について栽培実験を行った。理想的な低温順化期間は、根圏の硝酸イオン濃度を増加させず、アスコルビン酸と糖度(可溶性固形分)を増加させると言われており、アスコルビン酸、糖度、硝酸イオン濃度の含有量を調査した。根圏を2、4、5、6、7日間低温順化したところ、アスコルビン酸と糖度は順化開始から5日間は大きな変化は見られなかった。一方、低温順化6日間では、両者の含有量は無冷却の場合と比較して2倍になった。硝酸イオン濃度は、順化期間の増加とともに徐々に減少し、7日間低温順化させた場合は、6日間順化させたものと同様の結果であった。これより、植物工場において養液温度を10℃に制御する場合、高付加価値のホウレンソウ生産のための根圏の低温順化の最適期間は6日であった。</p> <p>次に、ホウレンソウの栄養価と根圏温度ならびに低温期間との関係を明らかにするため、さまざまな温度条件(4、6、10、14℃)で2、4、5、6、7日間根圏を冷却した際のアスコルビン酸、硝酸イオンおよび糖度を調べた。すべての温度条件において、硝酸イオン濃度は冷却開始から2日以内に大幅に減少した。一方、アスコルビン酸と糖度は共に同様の傾向を示し、濃度の有意な変化は、4℃で4日後、6℃で5日後、10℃で6日後、および14℃で7日後に発生した。これらの結果より、低温期間と養液温度の関係式を作成した。この関係式により低温期間と養液温度を調整することで、植物工場において高付加価値のホウレンソウを生産できる可能性が示唆された。</p> <p>さらに、低温処理を加えたホウレンソウのアスコルビン酸含量が増加するメカニズムについて、抗酸化ストレス反応によるものとの仮説を立て、これを検証した。本研究では、抗酸化活性の指標としてアスコルビン酸含有量、スーパーオキシドジスムターゼ活性、2,2-ジフェニル-1-ピクリルヒドラジル(DPPH)捕捉活性を、また酸化ストレス指標としてマロンジアルデヒド(MDA)含有量を調べた。実験では、温度4条件(4、7、10、14℃)で2、4、5、6、7日間の根圏低温ストレスを与えた。4℃および7℃の根圏温度の場合、低温期間が長くなるほど、アスコルビン酸が増加しDPPH活性が高まること、同時にMDAが増加することを確認した。一方、10℃と14℃の根圏温度では、MDAを増加させることなく抗酸化活性が高まることが判明した。このことから、低温処理によるアスコルビン酸含有量の増加は、抗酸化ストレス反応であるとの仮説を裏付けることができた。</p> <p>以上より、植物工場において根圏温度を低温に制御することで高付加価値なホウレンソウを生産可能であることが示唆された。</p>			

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し  
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

完全人工光型植物工場は、植物の生育環境を制御するための電気代や設備費が高額であるため、採算性を考慮すると市場流通野菜よりも高額に取引される栄養価の高い高付加価値な作物を栽培する必要がある。しかしながら、高付加価値の野菜を植物工場において栽培する技術は未だ研究段階であり、省エネルギーを考慮した栽培技術の確立が課題となっている。葉菜類の根圏温度を低温に制御することで植物体中の栄養価が上昇するという研究成果は以前から報告されていたが、栄養価を高めるために最低限必要な低温期間や温度条件と栄養成分との関係を定量化したもの、またそのメカニズムについて検証したものは無かった。本論文は、ホウレンソウを対象に根圏を低温に制御する期間ならびに温度について、様々な条件のもとで栽培実験を行い、ホウレンソウ中の栄養成分の成分分析を行うことで関係性を定量化し、根圏低温処理によるホウレンソウの栄養価の上昇メカニズムについて実験的に検証したものである。

本論文が評価できる点は、以下の通りである。

1. 一定の根圏低温の温度条件下において低温処理日数が異なる実験区を複数設け、異なる期間の根圏低温処理を与えたホウレンソウの栄養成分を分析した。特に、既往の研究例のように2週間単位といった長期の根圏低温期間ではなく、7日間以内の短期間の根圏低温期間内での各種成分の変化を分析したことで、栄養価を高めるために必要な最短の根圏低温日数を明らかにした。
2. 様々な期間と温度の根圏低温処理を施した実験により、ホウレンソウ中の栄養成分と低温処理との関係式を作成した。この結果、養液温度と処理日数を変化させた際の栄養成分を事前に予想可能とし、また温度と処理日数を調節することで、どの植物工場においても高付加価値ホウレンソウが生産できる可能性を提示した。
3. 根圏低温処理によりホウレンソウ中のアスコルビン酸が増加するメカニズムについて、様々な期間と温度の根圏低温処理を与えたホウレンソウの抗酸化物質と酸化ストレス物質を分析した結果、抗酸化ストレス反応によることを確認した。これより、ホウレンソウの根圏に適度な低温ストレスを加えると、酸化ストレス物質が蓄積することなく、抗酸化力の高いホウレンソウの栽培が可能であることを示した。

以上のように、本論文は根圏の低温処理の期間と温度、ホウレンソウ中の栄養成分含量の関係について定量化し、アスコルビン酸増加現象メカニズムを解明したことにより、植物工場における高付加価値ホウレンソウの生産可能性を明らかにしたものであり、植物環境工学、農業システム工学、生物センシング工学、フィールドロボティクスの発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士(農学)の学位論文として価値あるものと認める。

なお、令和3年4月19日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士(農学)の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降(学位授与日から3ヶ月以内)