

(様式第13号)

## 学位論文要旨

氏名: 杉山 万里

題目: クワ葉の機能性成分含量を高めるための環境要因および適性品種の選抜と育種に関する研究

(Study on Environmental Factors for Specific Functional Component Increase in Mulberry (*Morus alba* L.) Leaves with Selection and Breeding of Suitable Cultivars)

近年食品の機能性成分が注目されクワ葉の食品利用が増加している。本研究は、その原料となるクワ葉に含まれる機能性成分含有量の向上を目的として行った。品種および栽培条件の両面から、葉中機能性成分を増加させるための条件を検討した。

### 1. クワ葉に含まれる機能性成分含量の品種間差および品種改良

品種による機能性成分含量の違いを明らかにし、育種の基礎的知見とするために、クワ176品種を用いてフラボノール配糖体と1-デオキシノジリマイシン(DNJ)の葉中含量を調べた。クワ葉中のフラボノール配糖体とDNJ含量には、品種間で幅広い差異が認められ、フラボノール配糖体の組成およびその割合は品種特異的であった。多くのクワ品種はクワ葉の主要フラボノールであるケルセチン 3-(6-マロニルグルコシド)(Q3MG)を最も多く含有していたが、Q3MGとケンフェロール 3-(6-マロニルグルコシド)の両成分をともに含有しない品種が確認された。一方で‘毛桑’にのみケルセチン 3-(6-アセチルグルコシド)(Q3AG)が検出された。交配後代を用いてQ3MGの遺伝様式を調べた結果、Q3MG合成に関与するマロニル基転移酵素は単一遺伝子でメンデル遺伝することが明らかになった。すべての組み合わせにおいて交配親より含有量の高い個体が得られたことから、機能性成分を目的とした品種改良の可能性が示唆された。また、現在クワ栽培に用いられている品種より機能性成分含量の高い品種が明らかとなった。

品種間差の結果をもとに、Q3MG含量の高い交配親を選定し、4倍体の‘四倍性桑’を種子親、2倍体の‘国桑第21号’を花粉親としてクワの品種改良を行った。その結果、Q3MG含量が‘一ノ瀬’より1.4倍高く、収量性も高い3倍体クワ品種‘蒼楽’を育成した。

### 2. 栽培環境条件がクワ葉に含まれる機能性成分含量に及ぼす影響

葉中機能性成分に及ぼす日照の影響を、クワ鉢植えを用いた栽培条件の比較（屋外：

多日照, ガラス室:寡日照)により検討した結果,日照条件がフラボノールおよびDNJ含量に影響を与えることが明らかとなったが,含有量を高めるための条件はフラボノール, DNJで異なった. ガラス室栽培個体のクワ葉中フラボノール含量は,屋外栽培個体に比べ著しく減少した. また, ガラス室で栽培した後屋外へ移動した個体の葉中フラボノール含量は, 常時屋外で栽培した個体より高くなった. その増加程度は葉位により異なり, フラボノール合成に対する日照の影響は若い葉ほど強かった. 一方DNJ含量はガラス室栽培が屋外より高くなったがその違いはわずかだった.

次に, 現地栽培圃場の異なる条件で栽培されたクワ葉中の無機成分とクワ葉中機能性成分を比較した結果, 現地栽培圃場のクワ葉に含まれる無機成分と機能性成分含量には, 窒素含量とクロロゲン酸に負の相関が, 窒素含量と DNJ 含量に正の相関が認められた. さらに, ポット試験および圃場試験により窒素施肥量が葉中機能性成分含有量に与える影響を検討し, 窒素施肥量がそれぞれの葉中機能性成分含量に与える影響を明らかにした. 窒素施肥量が多くなるほどクロロゲン酸含量およびフラボノール含量は有意に低く, また DNJ 含量は有意に高くなった. 目的に応じた適切な窒素施肥量の設定により含有量の高いクワ葉が獲得できる可能性が示唆された.

### 3. クワ葉に含まれる機能性成分の季節変化

クワ葉の機能性成分含量が高くなる収穫時期を明らかにするため, クワ栽培期間におけるフラボノール, クロロゲン酸, DNJ含量の季節変化を調査した. 5月26日から10月15日までの調査期間, 機能性成分の葉中含量は大きく変化した. フラボノール含量は5月下旬から7月上旬, 8月上中旬および9月下旬以降に高く, クロロゲン酸含量は5月下旬から7月上旬, 9月下旬以降に高くなった. 特に9月下旬以降のフラボノール含量は日経過とともに増加し, 調査最終日の10月15日に最も高い値を示した. フラボノール含量は日照時間と正の相関, 温度と負の相関を示したことから, このフラボノールの9月下旬以降の含有量増加は日照時間と低温の相乗効果であることが示唆された. 一方DNJ含量は調査開始時および終了時に低く, 8月中旬に最も高くなる山なりの推移を示し, 積算気温との高い正の相関が認められた. 機能性成分がそれぞれ多くなる収穫時期は, フラボノール, クロロゲン酸は9月下旬以降気温が低く多日照となる時, DNJは気温が高くなる8月がそれぞれ適期であり, さらに, すべての成分を網羅するための収穫時期は8月高温期の多日照時がよいと考えられた.

以上の結果, 品種選定, 日照条件, 窒素施肥量, および収穫時期によりそれぞれの機能性成分を高くするための条件が明らかとなった. これらの知見や技術は, 機能性成分の高いクワ葉生産に活用することができる.