

学位論文題名

窒素栄養の制御による作物品質成分の改善に関する研究

学位論文内容の要旨

今日の作物生産においては収量のみならず品質が重要な課題である。窒素栄養は作物の生育、収量だけではなく、品質成分にも大きな影響を与える。しかも最適窒素条件は収量のみ注目した場合と、品質を加味した場合では異なると考えられる。本研究は、水稻、イモ類、葉菜類を研究の対象として、栄養、安全性、食味等品質にかかわる成分すなわち硝酸、アミノ酸、タンパク質、糖、アスコルビン酸およびシュウ酸の窒素栄養による変動を明らかにするとともに、代謝過程での成分相互の関連を知ることにより、これら品質成分の含有率を好ましい方向に制御する窒素施用法を明らかにすることを目的として実施した。得られた結果の概要は以下の通りである。

1. 水稻子実の品質成分におよぼす窒素栄養の影響

1) 玄米のスクロースは出穂20日目以降玄米中に一定量存在する成分であり、その含有率は窒素施用量の増加に伴い、また施用時期が遅いほど低下した。さらに良食味品種であるコシヒカリで日本晴より高く、登熟期間の気象条件が良好であった1990年に多雨の1991年より高いなど、食味が良好となる条件で含有率が高かったことから、スクロース含有率は食味と関連があると推測された。玄米の遊離アミノ酸、グルコース、フルクトース含有率は登熟にともない急激に低下し、窒素処理によってほとんど変化しなかった。いずれも2次枝梗粒より1次枝梗粒で、また粒厚が大きいほど低く、それらの含有率の低下は登熟度を表すと考えられた。

2) 白米の全タンパク質およびアルブミン+グロブリン、グルテリン、プロラミン含有率は、窒素施用量が増すほど、また施用時期が遅いほど上昇した。しかし、全タンパク質に占める各タンパク質の割合は窒素栄養条件によって変化しなかった。タンパク質のうちプロラミンの割合が増すと水稻の食味が低下するとの説があるが、窒素に対する反応の違いから特定のタンパク質と食味との関係を明らかにすることはできなかった。全タンパク質中に占めるプロラミンの割合には年次間および品種間で差がみられた。また冷害の被害が大きかった水稻、粒厚1.8mm未満のくず米、弱勢穎花等でプロラミンの割合が低く、これは遅れて登熟する子実ではグルテリンより遅く蓄積の始まるプロラミンの割合が低かったためと考えられた。

2. カンショ、バレイショの品質成分におよぼす窒素栄養の影響

1) カンショ、バレイショの総アスコルビン酸含有率は、光合成部位の葉身で最も高く、貯蔵部位の塊根、塊茎でそれに次ぎ、通導組織の葉柄では低かった。塊根、塊茎の総アスコルビン酸含有率は収穫期に向けてゆるやかに上昇した。窒素施用量に対しては各時期、

各部位で一定の傾向はみられず、基肥窒素の影響は明らかでなかった。

2) カンショにおいて葉身の総アスコルビン酸含有率は生育盛期の尿素葉面散布により上昇し、遮光処理によって低下した。一方、塊根においてはこれらの処理によって総アスコルビン酸含有率は変化せず、総アスコルビン酸含有率を一定に保つような機構が存在すると考えられた。

3) 総アスコルビン酸含有率とグルコース含有率との間には生育盛期の葉身では正、生育盛期、収穫期の塊根、塊茎では負の相関関係が存在し、アスコルビン酸と基質である糖の量的関係は部位により異なった。

4) カンショ塊根、バレイショ塊茎の総アスコルビン酸生産量は最高 $1.2\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ であった。塊根、塊茎のアスコルビン酸はその生産性および窒素や遮光処理に対する含有率の安定性からみて、極めて有用な栄養成分であると言える。

3. 葉菜類の品質成分におよぼす窒素栄養の影響

1) 窒素施用量を0から $30\text{g}\cdot\text{Nm}^{-2}$ に増加することにより、ハウレンソウとコマツナの硝酸態窒素含有率は急激に上昇し、追肥をおこなった15、 $30\text{g}\cdot\text{Nm}^{-2}$ 区では収穫期においても高かった。一方、総アスコルビン酸含有率は低下し、スクロース含有率は $0\text{g}\cdot\text{Nm}^{-2}$ 区で、グルコース含有率は $10\text{g}\cdot\text{Nm}^{-2}$ 区で最も高く、さらに窒素施用量を増すと低下した。しかし、ハウレンソウの全シュウ酸含有率は窒素施用量の増加に伴い葉身では上昇したが葉柄では低下し、地上部全体では差がなかった。

2) 水耕条件で、培地のKの比率が高いほどハウレンソウの水溶性シュウ酸含有率が上昇し、Caの比率が高いほど不溶性シュウ酸含有率が上昇した。ハウレンソウのCaと不溶性シュウ酸はほぼ同当量存在し、シュウ酸はカルシウム塩として沈殿していると理解された。

3) ハウレンソウの還元窒素(全窒素-硝酸態窒素)含有率と全シュウ酸含有率の間には正の相関関係があった。硝酸態として作物に吸収された窒素は、体内で還元される際に硝酸イオンとバランスしていたカチオンが過剰になり細胞内pHは上昇することになるが、これを中和するために有機酸が作られるとされている。ハウレンソウにおいて生成される有機酸の大部分はシュウ酸であった。代謝反応を利用し、水耕培地窒素中のアンモニア態窒素の比率を高めることによってハウレンソウのアンモニア態窒素吸収量を増加させ、全シュウ酸含有率を低下させることが可能であった。

4) 露地栽培でシュウ酸含有率を低下させる窒素施用法を検討した。緩効性窒素肥料である被覆尿素および被覆リン安を条施することにより、ハウレンソウの全シュウ酸含有率を低下させることができた。特に被覆リン安の施用により、シュウ酸含有率は硫安施用の47~72%と大きく低下した。

5) 一般に、畑圃場に施用されたアンモニア態の窒素肥料は硝酸化成菌によって速やかに硝酸に変化する。しかし、被覆尿素および被覆リン安の条施により、溶出したアンモニア態窒素は、施肥後22日目の条施部位を含む0~15cmの土層にそれぞれ10.0、16.3mg/乾土100g存在した。また被覆リン安区では収穫期にもアンモニア態窒素が16.1mg/乾土100g存在した。したがって被覆リン安区では生育期間を通して常にアンモニア態窒素がゆるやかに供給され、ハウレンソウに吸収されたと考えられる。

6) 水耕培地でアンモニア態窒素の比率を高めることにより、また露地栽培で被覆窒素肥料を条施することにより、シュウ酸のみならず硝酸含有率も低下し、糖、総アスコルビン酸含有率は上昇し、品質は好ましい方向へと改善された。

本研究において、窒素施用量の増加は水稻および葉菜類にとって好ましい品質成分を低下させ、好ましくない品質成分を上昇させることを示した。しかし収量との関連でむやみに窒素を減らすわけにはいかない。またシュウ酸のように窒素施用量では制御できない成分も存在した。そこで、量だけではなく吸収される窒素形態を変えることにより、品質成分を制御しうることを明らかにした。このことにより窒素栄養による品質成分の制御がより自在になり、制御の範囲が広まっていくものと考えられる。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 但 野 利 秋
副 査 教 授 青 山 頼 孝
副 査 教 授 波 多 野 隆 介

学 位 論 文 題 名

窒素栄養の制御による作物品質成分の改善に関する研究

本論文は、図32、表41、引用文献81を含む総頁数108の和文論文であり、別に参考論文19編が添えられている。

本研究は水稻、イモ類、葉菜類において栄養、安全性、食味等品質にかかわる成分の窒素栄養による変動を解析し、これらを好ましい方向に制御する窒素施用法を明らかにすることを目的として実施したものである。得られた結果の概要は以下の通りである。

1. 水稻子実の品質成分におよぼす窒素栄養の影響

1) 玄米のスクロースは出穂20日目以降玄米中に一定量存在し、その含有率は窒素施用量の増加に伴い、また施用時期が遅いほど低下した。さらに品種や気象など食味が良好となる条件で含有率が高かったことから、スクロース含有率は食味と関連があると推測された。

2) 白米の全タンパク質およびアルブミン+グロブリン、グルテリン、プロラミン含有率は窒素施用量が増すほど、また施用時期が遅いほど上昇したが、全タンパク質に占める各タンパク質の割合は窒素栄養条件によって変化しなかった。プロラミンの割合が増すと水稻の食味が低下するとの説があるが、窒素に対する反応の違いから特定のタンパク質と食味との関係を明らかにすることはできなかった。

2. カンショ、バレイショの品質成分におよぼす窒素栄養の影響

1) カンショにおいて葉身の総アスコルビン酸含有率は生育盛期の尿素葉面散布により上昇し、遮光処理によって低下した。一方、塊根においてはこれらの処理によって総アスコルビン酸含有率は変化せず、含有率を一定に保つような機構が存在すると考えられた。

2) 総アスコルビン酸含有率とグルコース含有率の間には葉身では正の、塊根、塊茎

では負の相関関係が存在し、アスコルビン酸と基質である糖の量的関係は部位により異なった。

3) カンショ塊根、バレイショ塊茎の総アスコルビン酸生産量は最高 1.2gm^{-2} であり、その生産性および窒素や遮光処理に対する含有率の安定性からみて、極めて有用な栄養成分であると言える。

3. 葉菜類の品質成分におよぼす窒素栄養の影響

1) 窒素施用量を0から 30gNm^{-2} に増加することにより、ホウレンソウとコマツナの硝酸態窒素含有率は急激に上昇したが、総アスコルビン酸とスクロース含有率は低下し、グルコース含有率は 10gNm^{-2} 以上で低下した。一方、ホウレンソウの全シュウ酸含有率には窒素施用量で差がなかった。

2) ホウレンソウの還元窒素(全窒素－硝酸態窒素)含有率と全シュウ酸含有率の間には正の相関関係があった。作物体内での硝酸還元にともない有機酸が生成されるという代謝反応を利用し、水耕培地窒素中のアンモニア態窒素の比率を高めることにより、ホウレンソウのアンモニア吸収量を増加させ、全シュウ酸含有率を低下させることが可能であった。

3) 露地栽培で、被覆尿素および被覆リン安を条施することにより、ホウレンソウの全シュウ酸含有率を低下させることができた。これらの条施により、溶出したアンモニア態窒素が条施部位を含む土層に存在したことから、被覆窒素の施用により生育期間を通して常にアンモニア態窒素がゆるやかに供給され、ホウレンソウに吸収されたと考えられる。

4) 水耕培地でアンモニア態窒素の比率を高めることにより、また露地栽培で被覆窒素肥料を条施することにより、シュウ酸のみならず硝酸、糖、総アスコルビン酸含有率も好ましい方向へ改善された。ホウレンソウとコマツナでは品質成分の面からみると窒素施用量は少ない方が望ましいが、収量との関連でむやみに窒素を減らすわけにはいかない。窒素の量だけでなく、吸収される窒素形態を変えることにより、品質成分を制御しうることを明らかにした。

以上のように、本研究は窒素栄養が各種作物の品質成分におよぼす影響を解明するとともに、窒素施肥法によって作物の品質成分を改善しうることを明らかにした。これらの知見は学術的に高く評価されると同時に、高品質作物の生産のために大きな貢献をなすものである。よって審査員一同は、建部雅子が博士(農学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認めた。