

[成果情報名] ソルガムの根の生物的硝化抑制 (BNI) 物質の同定と特性

[要約] ソルガムの根には、親水性硝化抑制物質として MHPP (methyl 3-(4-hydroxyphenyl) propionate) と sakuranetin (5,4'-dihydroxy-7-methoxyflavanone) および疎水性の抑制物質として sorgoleone (2-hydroxy-5-methoxy-3-[(8'Z,11'Z)-8',11',14'-pentadecatriene]-p-benzoquinone) がある。水耕栽培においてソルガムの根からの親水性硝化抑制物質の放出は、 NH_4^+ により促進される。また、硝化抑制物質採取用溶液の pH を 5 から 7 に上げると親水性硝化抑制物質の収量は大きく低下する。

[キーワード] ソルガム、生物的硝化抑制 (BNI) 硝化抑制物質、MHPP、Sakuranetin、Sorgoleone

[所属] 国際農林水産業研究センター 生産環境・畜産領域

[分類] 研究 B

[背景・ねらい]

硝酸化成(硝化)は、アンモニアを亜硝酸にするアンモニア酸化細菌およびアンモニア酸化アーキアと、亜硝酸を硝酸にする亜硝酸酸化細菌が関与している過程であり、土壌中での窒素循環に重要である。しかし、農地に施用されたアンモニア態肥料は、硝酸になると溶脱や脱窒が起こりやすくなり、環境汚染の一因となる。また、窒素肥料価格の近年の高騰からも、農作物の施肥窒素利用率を向上させる技術の開発が必要である。その一つとして生物的硝化抑制(Biological Nitrification Inhibition、BNI)がある。植物の中には根に硝化抑制物質をもつものがあり、熱帯イネ科牧草*Brachiaria humidicola*ではほ場において高い効果をもっている。本研究では、肥料損失と環境負荷を抑えた農業システムの構築のため、有用イネ科植物であるソルガムの生物的硝化抑制物質の精製・同定および特性調査を行う。

[成果の内容・特徴]

1. ソルガムの根には、水耕液中に放出される親水性の硝化抑制物質として MHPP (methyl 3-(4-hydroxyphenyl) propionate) と sakuranetin (5,4'-dihydroxy-7-methoxyflavanone) およびジクロロメタンでの根の洗浄により得られる疎水性の抑制物質として sorgoleone (2-hydroxy-5-methoxy-3-[(8'Z,11'Z)-8',11',14'-pentadecatriene]-p-benzoquinone) がある (図 1)。
2. 水耕栽培においてソルガムの根からの親水性硝化抑制物質の放出は、 NH_4^+ により促進される (図 2)。すなわち、 NH_4^+ を添加した 1 日目の硝化抑制物質採取用溶液には高い抑制活性がみられる。しかし、2 日目、3 日目に NH_4^+ を取り除くと日ごとに活性は低下し、4 日目に採取用溶液に NH_4^+ を再添加すると抑制活性は 1 日目とほぼ同等程度までに回復する。
3. 硝化抑制物質採取用溶液の pH が親水性硝化抑制物質の収量に大きく影響する (図 3)。pH 3 と 5 では硝化抑制物質の収量は同程度に高いが、7 に上げると大きく低下する。
4. 組換えアンモニア酸化細菌 *Nitrosomonas europaea* を用いたバイオルミネセンスアッセイ法による測定から得られる上記 3 物質の抑制活性の ED_{80} (活性を 80%抑制する実効濃度) は、sakuranetin で $0.6\mu\text{M}$ 、sorgoleone で $12.0\mu\text{M}$ 、そして MHPP で $120\mu\text{M}$ 以上である (図 4)。

[成果の活用面・留意点]

1. ソルガムにおける生物的硝化抑制作用の実用化研究に向けて基礎的知見として有用である。
2. ソルガムの生物的硝化抑制作用が発揮される圃場条件や土壌条件下での各物質の硝化抑制効果を今後速やかに明確にするとともに、選抜育種での使用に耐えるスクリーニング手法を確立する必要がある。

[具体的データ]

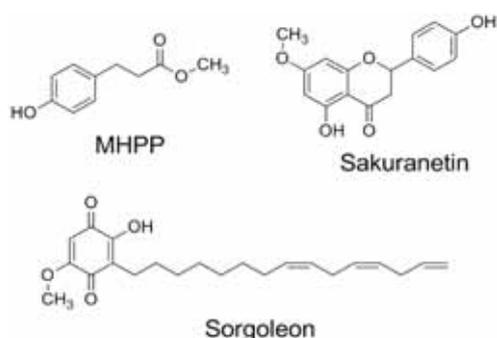
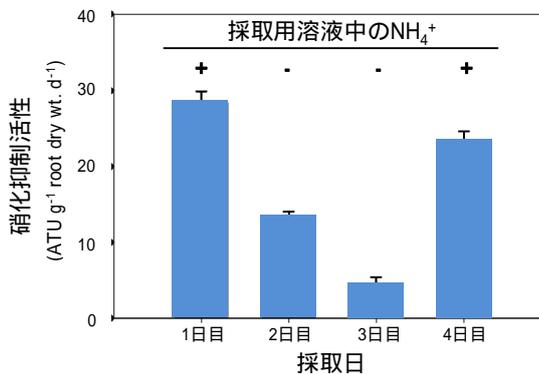


図1 ソルガムの根の硝化抑制物質

図2 ソルガム根での親水性硝化抑制物質の放出に及ぼすNH₄⁺の影響

同一植物体を用いて溶液を1日ごとに交換して硝化抑制物質を採取

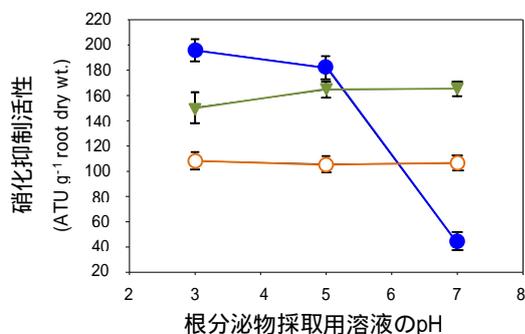
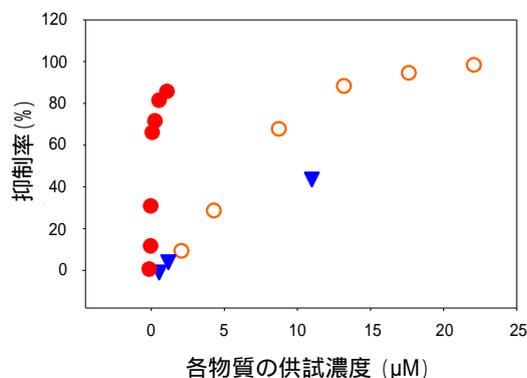


図3 ソルガム根からの親水性硝化抑制物質の放出に及ぼす採取用溶液の設定pHの影響

- 根から水溶液中への分泌物
- 根表面のジクロロメタン洗浄物
- ▽ 根磨砕物からのメタノール抽出物

図4 アンモニア酸化細菌 *Nitromonas europaea* の活性に対する sakuranetin (●)、sorgoleon (○)、MHPP (▼) の抑制効果

[その他]

研究課題：生物的硝化抑制作用の解明とその利用

プログラム名：開発途上地域の土壌、水、生物資源等の持続的な管理技術の開発

予算区分：交付金 [硝化抑制]

研究期間：2006～2010年度

研究担当者：G. V. Subbarao・中原和彦・H. A. K. M. Zakir・石川隆之・吉橋 忠・小野裕嗣（食品総合研究所）・吉田 充（食品総合研究所）

発表論文等：1) Subbarao et al. (2012) Plant Soil, DOI 10.1007/s11104-012-1419-9.

2) Zakir et al. (2008) New Phytologist, 180:442-451.