

3-ヒドロキシ-5-メチルイソキサゾールの作物の生育調節作用に関する研究 第1報

誌名	日本作物學會紀事
ISSN	00111848
著者名	小川,正巳 太田,保夫
発行元	日本作物學會
巻/号	42巻4号
掲載ページ	p. 499-505
発行年月	1973年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



3-ヒドロキシ-5-メチルイソキサゾールの 作物の生育調節作用に関する研究*

第1報 3-ヒドロキシ-5-メチルイソキサゾールおよび
植物体内代謝産物がイネ苗の生育に及ぼす影響*

小川正巳**・太田保夫

(農林省農業技術研究所)

土壌殺菌剤として開発された 3-ヒドロキシ-5-メチルイソキサゾール (以下イソキサゾールと略す) は、イネの畑苗代、箱育苗のタチガレ病の発生を効果的に防止する。またイソキサゾールはタチガレ病のみならずイネ苗の生理的障害であるムレ苗に対しても防止効果がある¹⁾。一方イソキサゾールをイネおよび他の作物に処理した場合、作物の生育促進や発根促進効果が観察されている^{2), 3), 4), 5)}。そこで、著者らはこのイソキサゾールによる生育促進効果は、土壌殺菌の効果によるもの以外に、植物に対してのなんらかの直接的な生理作用によるものではないかと考えて、イソキサゾールの植物生理作用に関する研究を始めた。

イソキサゾールは植物の各器官より容易に吸収され、体内に移行し、代謝され、主要な代謝物として 2 種類の配糖体を形成する⁶⁾。

本報では、イソキサゾールおよびその植物体中での代謝物である 2 種類の配糖体がイネ苗の生育、とくに根の生育に及ぼす影響について実験した結果を報告する。

実験材料および方法

実験 1 針状結晶のイソキサゾール、3-(β -D-グルコピラノシロオキシ)-5-メチルイソキサゾール (以下イソキサゾール-O- β -グルコサイドと略す) および 2-(β -D-グルコピラノシル)-5-メチル-4-イソキサゾリン-3-オン (以下イソキサゾール-N- β -グルコサイドと略す) のイネ苗の生育、根の活力、および発根力に及ぼす影響を調べた。

250 ml 容ビーカーに、よく砕土した鴻巣畑土壌をつめ、催芽種子 (品種: 日本晴) 12 粒を播種した。覆

土後、ビーカー当りイソキサゾール 2.5 mg、イソキサゾール-O- β -グルコサイド 6.5 mg またはイソキサゾール-N- β -グルコサイド 6.5 mg を約 20 ml の水に溶して土壌に灌注した。その後電熱育苗器によつて、発芽期 (2 日間) は 32~34°C、緑化期は日中はガラス室内におき夜間は 3 日目は 20°C、4~6 日目は 16°C とした。硬化期以後は人工気象室一昼間 (8.00~18.00) は 18°C、夜間 (18.00~8.00) は 13°C で育苗した。播種後 14 日後に生育調査を行ない、20 日後に根の活力として α -ナフチルアミンの酸化力¹⁰⁾ を測定した。

他方、管瓶 (直径 2.5 cm、高さ 6.0 cm) に 2 ml の溶液を入れて、催芽種子 (品種: 日本晴) を 5 粒づつ置床しパラフィルムでシールした。これを 30°C、約 4,000 ルックスの白色蛍光灯下に 6 日間置き、その後生育調査を行なつた。

発根力の試験には、4~5 葉令のイネ苗 (品種: 日本晴) を使い、前もつて根を剪除した後、3 種の薬剤の溶液につけ、室温に 14 日間置きその後発根の状態を調査した。

実験 2 500 ml 容プラスチックビーカーに、よく砕土した鴻巣畑土壌をつめ、催芽種子 (品種: 日本晴) 約 40 粒を播種した。覆土後、市販のイソキサゾール液剤 (3-ヒドロキシ-5-メチルイソキサゾールカリウム塩として 41.5% を含む) の 1,000 倍液 (処理 1) および 500 倍液 (処理 2) をビーカー当り 25 ml 土壌灌注した。その後の育苗法は実験 1 に同じであつた。播種後 10 日目、20 日目および 40 日目に生育調査を行なつた。また 20 日目には、根の活力として α -ナフチルアミンの酸化力¹⁰⁾ および 2,3,5-トリフェニルテトラゾリウムクロライド (TTC) の還元力¹¹⁾ を測定した。還元力の測定は、TTC 反応を示す根を 20 ml の酢酸エチル中で磨砕し、溶出した赤色のトリフェニルフォルマゼンを 480 μ で比色した。

* 昭和 48 年 5 月 30 日受理

大要は第 155 回講演会 (昭和 48 年 4 月) において発表

** 農林省依頼研究員、現所属三共株式会社農業研究所

Table 1 Effects of 3-hydroxy-5-methyl isoxazole and its two metabolites on growth of rice seedlings

	Control	3-hydroxy-5-methyl isoxazole	O- β -glucoside**	N- β -glucoside***
Plant height (cm)	11.6	10.6	10.7	10.6
Leaf age	3.0	3.0	3.0	3.0
Root length (cm)	9.1	11.7	12.1	12.6
Rate of root tip elongation (%)*	1	34	42	40
Fresh wt. {				
Top (mg)	58	55	59	59
Root (mg)	52	63	79	74

Numbers represent average of the value for 24 individuals.

* The root length from root tip to region where branched roots emerged/root length $\times 100$

** 3-(β -D-glucopyranosyloxy)-5-methyl isoxazole

*** 2-(β -D-glucopyranosyl)-5-methyl-4-isoxazolin-3-one

実験結果および考察

実験 1 イソキサゾール、イソキサゾール-O- β -グルコサイドおよびイソキサゾール-N- β -グルコサイドを土壌灌注し、イネ苗の生育に及ぼす影響を調べた (table 1). 3種の薬剤とも、根毛の発生を促した根の生長速度の指標としての根端長比¹¹⁾を高かったが、2種の配糖体はイソキサゾールに比べて根量をやや増加させた。根の活力として α -ナフチルアミンの酸化力を測定した結果、薬剤処理により増加したが、薬剤間に大きな差がみられなかつた (fig. 1).

次に 10^{-7} ~ 10^{-2} M の溶液にイネ種子を浸漬し、発芽させた後、根の生育状態を調べた結果を fig. 2 に示した。 10^{-7} ~ 10^{-3} M の濃度でイソキサゾール-O- β -グルコサイドおよびイソキサゾール-N- β -グルコサイドは根の伸長を著しく促進した。その後者がより勝っていた。また 10^{-2} M の高濃度では、イソキサゾールおよびイソキサゾール-O- β -グルコサイドは根の生長を完全に抑制したのに対して、イソキサゾール-N- β -

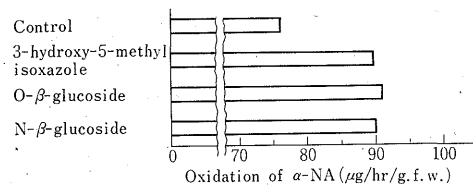


Fig. 1 Effects of 3-hydroxy-5-methyl isoxazole and its two metabolites on α -naphthylamine (α -NA) oxidizing activity in rice roots

グルコサイドは逆に促進的であつた。なお植物体中で配糖体の β -グルコシダーゼによる加水分解が予想され、生じたグルコースが根の伸長を促進している可能性が考えられた。そこでグルコースを添加してみたが fig. 3 に示したように促進効果はみられなかつた。

発根力を調べるため、前もつて根を剪除した苗を、 10^{-4} および 10^{-5} M の試薬につけ発根の状態を調べた。その結果 fig. 4 に示したようにイソキサゾールおよびイソキサゾール-O- β -グルコサイドは無処理区と差

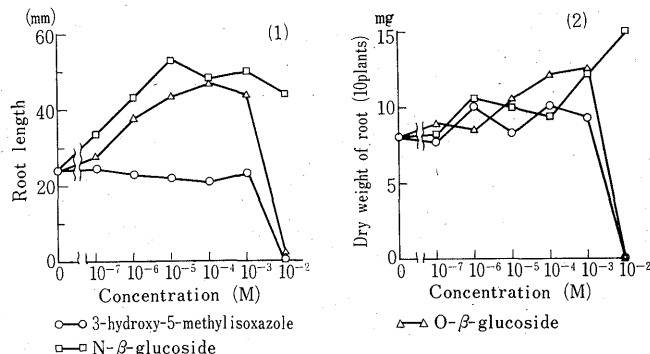


Fig. 2 Effects of 3-hydroxy-5-methyl isoxazole and its two metabolites on root growth of rice seedlings

がなかつたのに対して、 10^{-5} M のイソキサゾール-N- β -グルコサイドは発根を非常に促進させた。

以上の結果より、イソキサゾールによる根の生育促進現象は、イソキサゾールが植物体中で代謝生成された2種類の配糖体のうち、とくにイソキサゾール-N- β -グルコサイドによる可能性が強く示唆された。上村ら⁵⁾によると、イソキサゾールからイソキサゾール-O- β -グルコサイドへの代謝は可逆的であるのに対してイソキサゾール-N- β -グルコサイドへの代謝は一方的であり、植物体中では一時的にイソキサゾール-N- β -グルコサイドが蓄積され (fig. 5), また抗菌活性についてみると、イソキサゾールおよびイソキサゾール-O- β -グルコサイドは活性を示すが、イソキサゾール-N- β -グルコサイドは不活性であるという。なお fig. 2 および fig. 4 に示したように、溶液中におけるイネ苗の根の生長および発根力は、イソキサゾール-N- β -グルコサイドによつてきわめて顕著に促進された。他方、土壌中における根の生育がイソキサゾール

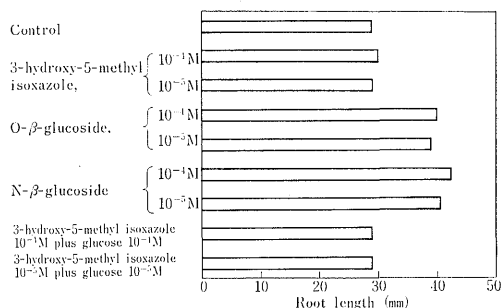


Fig. 3 Effects of 3-hydroxy-5-methyl isoxazole, its two metabolites and 3-hydroxy-5-methyl isoxazole plus glucose on root elongation of rice seedlings

およびイソキサゾール-O- β -グルコサイドでも促進を受けたが、この結果は播種後 14 日目のものであり、その間に一部代謝を受け、イソキサゾール-N- β -グルコサイドが形成されたためではないかと思われる。なおイソキサゾール-O- β -グルコサイドに関しては、こ

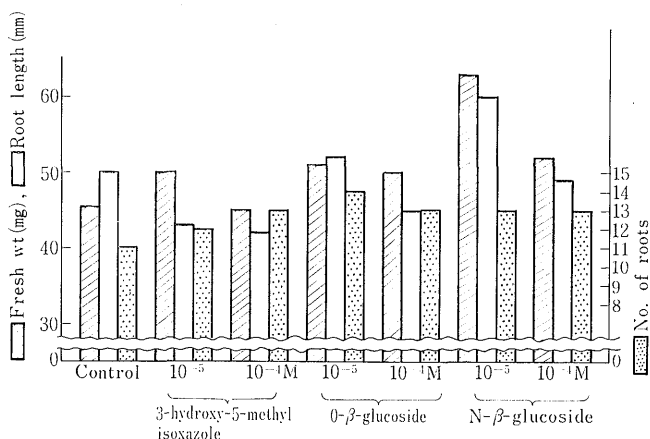


Fig. 4 Effects of 3-hydroxy-5-methyl isoxazole and its two metabolites on rooting ability of rice seedlings

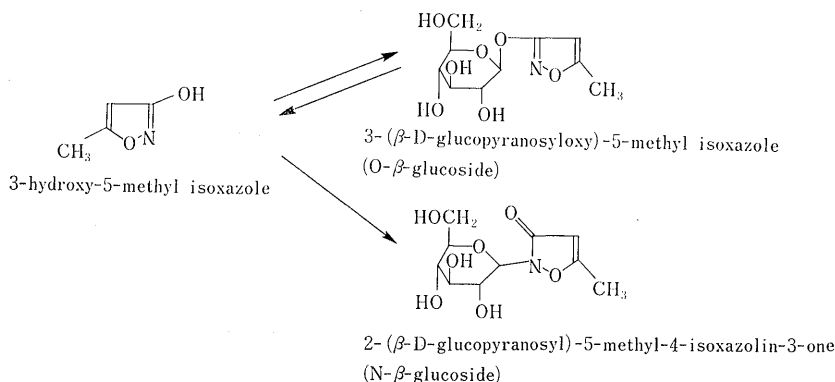


Fig. 5 Metabolism of 3-hydroxy-5-methyl isoxazole in plants^{4,5)}

れが不安定でたやすくイソキサゾールへ分解されるためこの物質の詳細な作用については現在不明である。

イソキサゾールは植物体中で代謝、解毒され配糖体となり、一層毒性の低い物質に転換するが⁹⁾、この代謝物が植物の生育に促進的に働くことは、イソキサゾールの代謝と作用機構との関連からみて興味ある現象である。今後、イソキサゾール-N- β -グルコサイドによる植物の生育促進効果についての研究が望まれる。

実験 2 次にイネ苗の生育とくに根に対する、イソキサゾールの影響を経時的に調べた。fig. 6 は播種後10日目の生育状態を示したものであるが、種子根についてみると処理により根長には大きな影響はみられな

かつたが、根毛および分岐根は著しく増加していた。土から掘り取って水洗した後も、fig. 6 から明らかなように、イソキサゾール処理区の種子根は根毛の発生が著しく促進されていたので、土粒が附着していた。一方第一冠根については、処理により根長がやや抑制されていたが根は太く、根毛が著しく増加していることが観察された。その後生育を続けると、イソキサゾール処理により次第に根の生長が促進され根量も増えてきた。播種後20日目のイネ苗の生育状態を table 2 に示した。この時期では実験1の結果と同様に、イソキサゾール処理により、地上部には影響が認められなかつたが、根量は顕著に増加した。また根の生理的活

Table 2 Effect of 3-hydroxy-5-methyl isoxazole on growth of rice seedlings

	Control	Treatment 1	Treatment 2
Plant height (cm)	19.5 \pm 0.8	20.7 \pm 0.8	19.4 \pm 1.3
Leaf age	5.7 \pm 0.1	6.0 \pm 0.1	6.1 \pm 0.1
Root Length (cm)	13.2 \pm 1.6	13.6 \pm 1.4	13.0 \pm 1.9
Number of roots	22 \pm 1.0	22 \pm 1.6	22 \pm 1.1
Fresh wt.	Top (g)	0.47 \pm 0.07	0.47 \pm 0.09
	Root (g)	0.36 \pm 0.09	0.58 \pm 0.20

Note; Treatment 1 and 2 in Table 2, Figs. 6, 7, 8, 9 and 10 indicate the application of the commercial 3-hydroxy-5-methyl isoxazole (Tachigaren Liquid) diluted to 1,000 and 500 times, respectively. mean \pm standard deviation

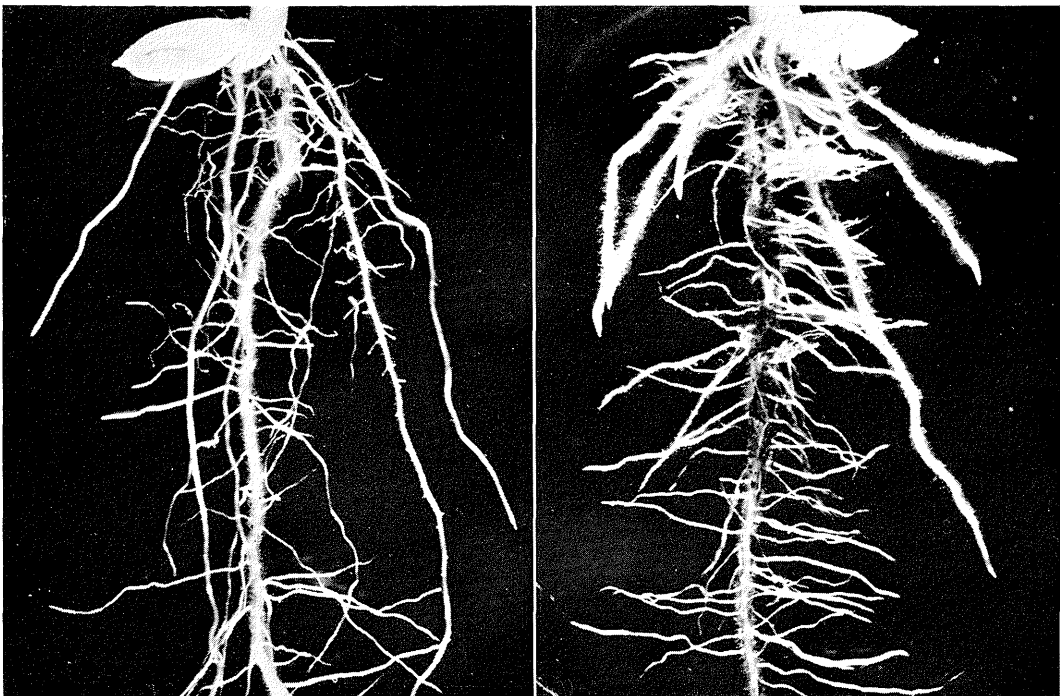


Fig. 6 Rice roots 10 days after sowing

Left: Control. Right: Treated with 3-hydroxy-5-methyl isoxazole (Treatment 1)

力について測定した結果、 α -ナフチルアミン酸化力はイソキサゾール処理により著しく高められた。すなわち生体重当り約 20~60%, 1 個体当り約 100% の酸化力の増加が認められた (fig. 7)。一方同じ時期の根について TTC の還元力は、イソキサゾール処理によ

り、生体重当り約 70~100%, 1 個体当り約 170% の増加が認められた (fig. 8)。さらに播種後 40 日になると fig. 9 および fig. 10 に示すように、イソキサゾール処理による根の生長促進効果は一層明瞭となった。

以上のように、イソキサゾールはイネ苗の根に対し

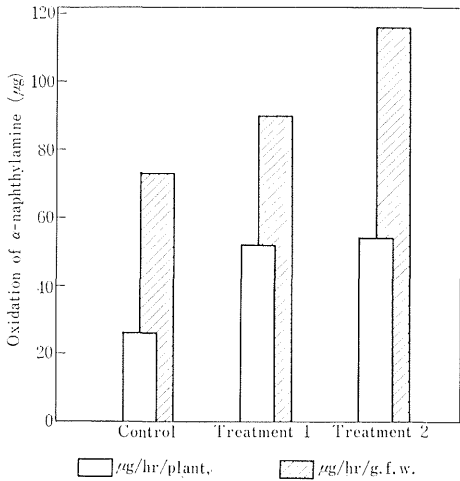


Fig. 7 Effect of 3-hydroxy-5-methyl isoxazole on α -naphthylamine oxidizing activity in rice roots 20 days after sowing

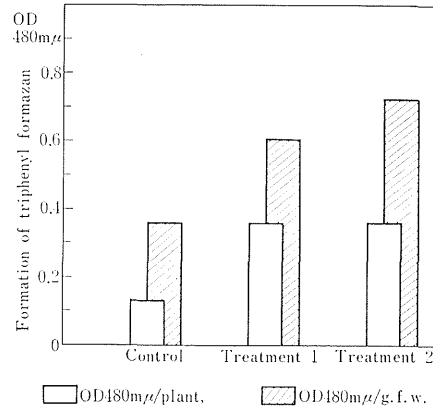


Fig. 8 Effect of 3-hydroxy-5-methyl isoxazole on 2, 3, 5-triphenyl tetrazolium chloride (TTC) reducing activity in rice roots 20 days after sowing

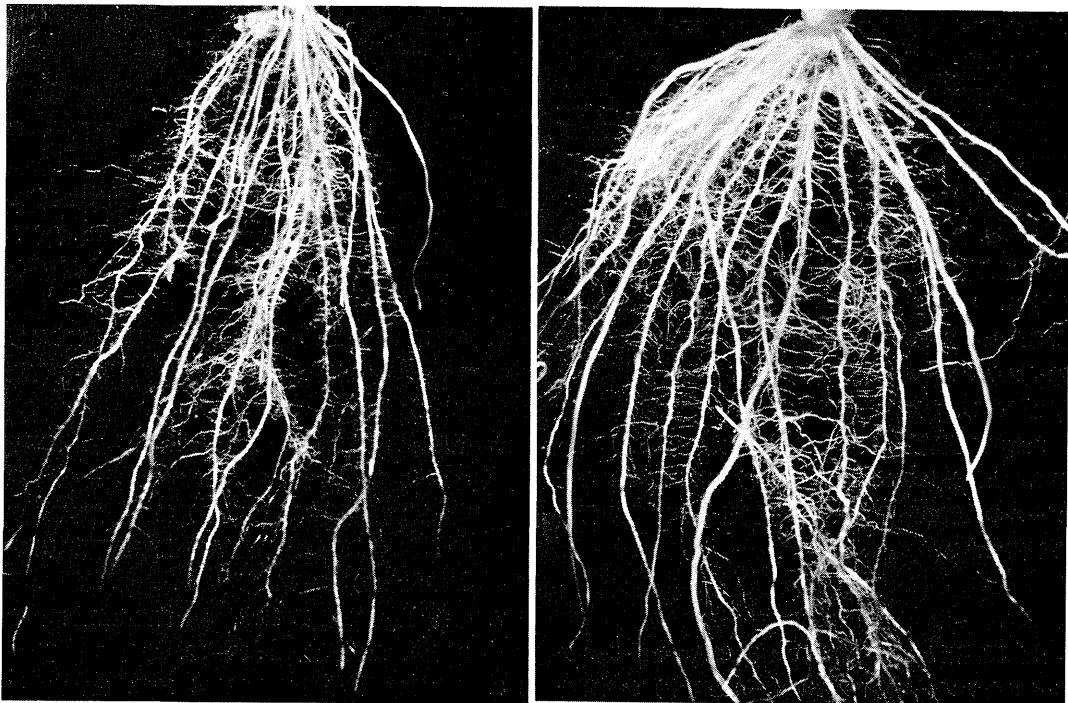


Fig. 9 Rice roots 40 days after sowing

Left: Control. Right: Treated with 3-hydroxy-5-methyl isoxazole (Treatment 1)

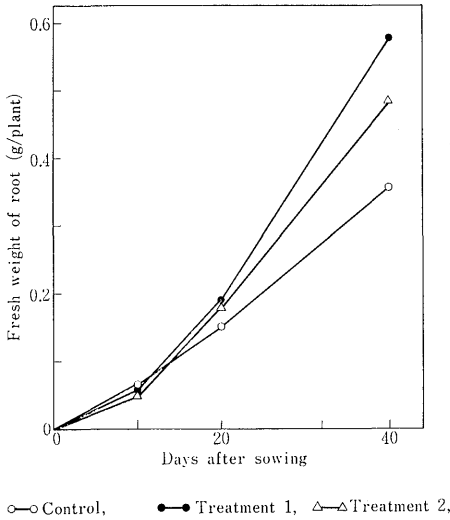


Fig. 10 Effects of 3-hydroxy-5-methyl isoxazole on root growth of rice seedlings

て形態的には、根毛および分岐根の発生を促進させ、最終的には全体の根の生長を促進させること、また機能的には根の酸化力および還元力を高めることが明らかになった。またムレ苗の発生と根の生理的活力は密接な関係があり、ムレ苗の根は α -ナフチルアミン酸化力が劣ることが知られている⁷⁾が、イソキサゾールがタチガレン病の防除のみならずムレ苗に対して卓効を示すことは、上記のようにイソキサゾールが根の生理的活力を高めることから十分理解できる。

実験2における、イソキサゾールによる生育初期の根量および根長抑制およびその後の生育促進現象は、実験1で述べたイソキサゾールの代謝と関連つけて考えられる。すなわち、イソキサゾールは生育初期にとくに高濃度では根毛の発生を促進するが根の生長を抑制する。しかし生育経過とともに、植物体内に吸収移行されたイソキサゾールは徐々に代謝されて最終的にはイソキサゾール-N- β -グルコサイドとなり、根の生長を促進し、根の機能を高めるものと思われる。

なお根の生理的活力は養水分吸収力にも反映しているものと思われるが、養水分吸収力に及ぼすイソキサゾールの直接の効果については今後詳細に実験を行なう予定である。

摘 要

土壤殺菌剤として開発された3-ヒドロキシ-5-メチルイソキサゾール(イソキサゾールと略す)およびその植物体内代謝産物の植物生理作用に関する研究を行ない、次のような結果を得た。

(1) イソキサゾールによるイネ苗の根の生長促進効果は、植物体内で代謝生成される2種類の配糖体(イソキサゾール-O- β -グルコサイドおよびイソキサゾール-N- β -グルコサイド)のうちとくにイソキサゾール-N- β -グルコサイドによる可能性が示唆された。

(2) イソキサゾールは、生育初期にイネ苗の根の根毛および分岐根の発生を促し、その後生育経過とともに根の生長を促進した。

(3) イソキサゾールはイネ苗の根の生理的活力(α -ナフチルアミン酸化力およびTTC還元力)を高め、さらに発根力も高めた。

本実験の全般にわたり多大の援助をいただいた農業技術研究所生理第5研究室 中山正義技官および川越信夫技官に感謝の意を表します。また試薬の提供および貴重な助言をいただいた三共株式会社農業研究所 富田和男博士および堀内信生博士に謝意を表します。

引用文献

1. 相見霊三・藤巻和子 1959. 根の機能に関する細胞生理的研究。(II) 水稲根に於ける α -NA酸化力の組織内分布とTTC還元力との関係について。日作紀 28: 205~207.
2. 千葉未作・千葉順逸・島田慶世・香川 寛 1969. 畑苗代における水稲苗の連作障害。(1) 数種薬剤による防除効果。日植病報 35: 136.
3. 池上 亘・田中豊年 1972. 水稲稚苗機械移植栽培の育苗技術—液肥, タチガレン剤の処理法—。農及園 47: 1141—1144.
4. 上村昭二・西川 実・高日幸義・富田和男 1971. タチガレン(3-hydroxy-5-methyl isoxazole)の植物による吸収移行と代謝について。日植病報 37: 192.
5. 上村昭二・西川実・高日幸義・阿久津美恵 1973. タチガレンの植物体中における消長。日植病学会要旨集 C-57.
6. 小川正巳・中山正義・太田保夫 1972. タチガレン(3-ヒドロキシ-5-メチルイソキサゾール)の生育調節作用に関する研究。(1) 根の生長に及ぼす影響。植物化学調節研究会研究発表記録集(昭和47年度大会) 63—64.
7. 坂井 弘・吉田富男 1972. ムレ苗発生条件に関する研究。北農試彙 72: 82—92.
8. 武市義雄・山岸 淳・橋爪 厚 1970. 箱育苗におけるF-319のムレ苗発生防止効果。日作紀 39(別号2): 23—24.

9. 富田和男 1972. イソキサゾール系農薬の開発. —1985.
第5回農業科学シンポジウム要旨集 5—8.
10. 山田 登・太田保夫・中村 拓 1961. α -ナフチル
アミンによる水稻根の活力診断. 農及園 36 : 1983
11. 山川 寛 1962. 暖地における栽培時期の移動に伴
う水稻の生態変異に関する研究. 佐賀大学農彙
23—159.

Plant Growth-Regulating Activities of 3-Hydroxy-5-methyl Isoxazole

I. Effects of 3-hydroxy-5-methyl isoxazole and metabolites in plants on growth of rice seedlings

Masami OGAWA and Yasuo OTA

(National Institute of Agricultural Sciences, Konosu, Saitama)

Summary

This investigation was conducted on rice seedlings to elucidate the plant growth-regulating properties of 3-hydroxy-5-methyl isoxazole which is an effective fungicide against the damping-off organism of rice seedlings. The results obtained are summarized as follows:

- 1) The promotion of root growth by 3-hydroxy-5-methyl isoxazole was assumed to be mediated by its metabolite (N- β -glucoside) in plants.
- 2) The formation and development of lateral roots and root hairs were accelerated in the early seedling stage. The root growth was vigorously promoted by 3-hydroxy-5-methyl isoxazole in the later seedling stage.
- 3) The rooting ability and root activity (oxidizing or reducing activity of roots) were enhanced by 3-hydroxy-5-methyl isoxazole.