

氏 名	MOHAMMAD MUSTAFA HARIS
学位 (専攻分野の名称)	博 士 (国際農業開発学)
学 位 記 番 号	甲 第 771 号
学位授与の日付	平成 31 年 3 月 20 日
学位論文題目	Effect of seed priming with polyethylene glycol on growth, quality and capsaicin concentration of hot pepper under drought conditions
論文審査委員	主査 教 授・博士 (農学) 小 塩 海 平 教 授・農 学 博 士 弦 間 洋 教 授・博士 (農学) 山 田 隆 一 准 教 授・Ph.D. 篠 原 卓

論文内容の要旨

Capsicum species, popularly known as hot pepper, is a popular vegetable in the world. Hot pepper production worldwide in 2016 was 34.5 million tones with 17.79t ha⁻¹ average (FAO, 2016). In many parts of the world, hot pepper is essentially valued for its pungency, nutrition and pigment contents of the fruits (Tian *et al.*, 2014). Hot pepper is also an important horticultural crop in Afghanistan (Walters and Jha, 2016). It is widely utilized as an additive to many Afghan dishes. Afghanistan people eat fresh pepper as well. Northern provinces in Afghanistan are well known for hot pepper production, mostly being exporting to Pakistan as a fresh and dried product (Walters *et al.*, 2012). However, Afghanistan has been suffering from severe drought stress during the past decade, which affected germination, yield and quality of hot pepper as well as other horticultural crops. One of the short-term and most pragmatic approaches to alleviate drought stress is seed priming. Hence, I studied the effect of seed priming with polyethylene glycol (PEG 6000) on growth, quality and capsaicin concentration of hot pepper under drought conditions throughout seed, seedling and growth stages.

1. Effect of Drought Stress on Growth, Quality and Capsaicin Concentration of Hot Pepper (*Capsicum annuum*)

The results show that drought stress significantly retarded the growth and increased the ethylene production rate in comparison with daily irrigated control. Fruits harvested at 36 and 45 days after anthesis (DAA) accumulated higher concentration of glucose, fructose and sucrose in response to moderate and severe stress. In addition, capsaicin and dihydrocapsaicin content in fruits harvested at 36 and 45 DAA also showed a significant increase under severe and moderate stress. The present findings revealed that drought stress might alter the primary and secondary metabolites of hot pepper

fruits.

2. Effect of Seed Priming with Polyethylene glycol (PEG 6000) on Seed Viability, Germination of Hot Pepper (*Capsicum annuum*)

Seed priming with high concentration of PEG (-1.2 and -1.6 MPa) significantly increased the seed viability and improved germination percentage. Higher concentration of PEG priming recorded significantly lower seed electrolyte leakage compared to lower concentration of PEG treatments. The effect of PEG priming can be attributed to the slowly achieved imbibition during hydration process and accelerated water uptake during rehydration process after sowing. The results suggest that seed priming with higher concentration of PEG might alleviate the deterioration in seed vigor, achieving the uniformed germination. The enhancement of root/shoot ratio by higher concentration of PEG treatment can also contribute to the adaptability in drought conditions.

3. Effect of Seed Priming with Polyethylene glycol (PEG 6000) on Physiological Response of Hot Pepper (*Capsicum annuum*) Seedlings under Drought Conditions

The results suggest that drought stress significantly increased leaf temperature and decreased stomatal conductance as well as photosynthetic rate in moderate and severe drought stress compared to mild treatment. Seedlings primed with higher concentration of PEG recorded increased photosynthetic rate under mild drought stress in accordance with the lesser degree of wilting. The decreased leaf stomatal size and increased number of stomata in the seedlings primed with higher concentration of PEG under drought stress might compensate the reduced stomatal conductance which both decrease photosynthesis and transpiration.

4. Effect of Seed Priming with Polyethylene Glycol (PEG 6000) on Quality and Capsaicin concentration of Hot Pepper (*Capsicum annuum*) under Drought Condition

The results suggest that seed priming with higher concentration of PEG induced ethylene production in fruits harvested at 36 DAA under mild and moderate stress. Fruits harvested at 36 DAA under drought stress with lower concentration of PEG priming produced higher concentration of capsaicin and dihydrocapsaicin compared to higher concentration of PEG priming treatment.

Conclusion

The findings of this research suggest that the possibility of PEG priming with -1.2 MPa and -1.6 MPa treatments to maintain physiological activities of hot pepper under drought conditions, with improvements in seedling growth and fruit quality with rich sugars and capsaicinoids. The technique

of seed priming with PEG can be hopefully applicable to the small-scale farmers in Afghanistan.

和文要旨

アフガニスタンにおいてトウガラシはポピュラーな園芸作物として、人々に広く利用され、アフガニスタン料理に欠かせない野菜の一つである。

しかしながら、アフガニスタンは過去 10 年間の深刻な旱魃によって、トウガラシの発芽、収量、果実品質が影響を受け、解決方法が模索されている。そこで本研究では乾燥ストレスを軽減するための短期的かつ実用的なアプローチとしてポリエチレングリコール (PEG 6000) を用いた種子プライミング処理に着目し、乾燥ストレス軽減のための種子プライミング処理の至適条件を検討し、またその作用メカニズムについて調査を行った。

その結果、高濃度の PEG (-1.2 および -1.6 MPa) を用いたプライミング処理は、種子の発芽率を有意に増加させ、また細胞損傷の指標であるイオン溶出率が有意に低い値となった。高濃度の PEG 処理はとくに根の生育を促進し、さらに軽度の乾燥ストレス下では光合成速度の増加が見られた。また中度および重度の乾燥条件では高濃度の PEG 処理によって気孔コンダクタンスが増加し、乾燥への順応性を高めたことが示唆された。これらの結果はサイズの小さい気孔の数が増えていることに起因するものと考えられた。

果実品質については、高濃度の PEG を処理した区が、軽度および中度の乾燥ストレス下で果実のエチレン生成を促進することが明らかとなった。また低濃度の PEG を処理した区でカプサイシンおよびジヒドロカプサイシン含量の増加が見られ、辛味成分の増加に寄与することが明らかとなった。

以上の結果、-1.2MPa および -1.6MP の濃度の PEG 種子プライミング処理がトウガラシの苗の健全な発育に有効であり、乾燥ストレス耐性を高め、生産性および果実品質を向上させることが示唆された。PEG を用いた種子プライミング処理は小規模な農家でも利用可能な技術であり、アフガニスタンのような発展途上国における予測不可能な旱魃に対処するための有用技術として貢献できる可能性が高い。

審査報告概要

モハマド・ムスタファ・ハリス氏はアフガニスタンで重要な課題となっているトウガラシの乾燥ストレス軽減のために種子のプライミング技術の効果について検討し、ポリエチレングリコールによる 48 時間処理によって、乾燥条件下における健苗育成、光合成活性の維持、カプサイシン濃度の向上に効果があることを見出した。ポリエチレングリコール処理は、葉や果実のエチレン生成に影響を及ぼし、葉の気孔の数を増加させ、果実の糖含量やカプサイ

シン濃度を高めることが明らかとなった。ポリエチレングリコールによる種子のプライミング処理は、簡便で安価な技術であり、アフガニスタンの小規模な農家においても利用可能な技術である。これらの知見と発見は学術的に価値の高いものと認め、審査員一同は学位請求者に博士（国際農業開発学）の学位を授与するに値すると判断した。なお、論文タイトル中に括弧書きで挿入されている物質名の略称は削除すべきであるとの意見が出され、題目を訂正することとした。