

## Effects of waterlogging time on growth, physiology and yield of peanut cultivar L14 (*Arachis hypogaea*)

Cham T. T. Le\*, & Thang N. Vu

Faculty of Agronomy, Vietnam National University of Agriculture, Ha Noi, Vietnam

### ARTICLE INFO

#### Research Paper

Received: October 13, 2022

Revised: January 05, 2023

Accepted: February 08, 2023

#### Keywords

Flooding time

Growth

L14 groundnut cultivar

Physiology

Yield

#### \*Corresponding author

Le Thi Tuyet Cham

Email: lttcham@vnua.edu.vn

### ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the effects of waterlogging time on growth, physiology and yield of L14 peanut cultivar in the grasshouse of Faculty of Agronomy (Vietnam National University of Agriculture, Ha Noi) in Spring 2020. The experiment was designed as a randomized block design with 2 factors. Factor 1 was irrigation regime including CT1: normal irrigation and CT2: waterlogging for 10 weeks and then drainage (soil moisture: 70 - 80%); Factor 2 was the time of waterlogging, including waterlogging at the seedling (3 leaves stage), flowering (25 days after beginning of flowering), and full pod stages (65 days after beginning of flowering). The results showed that waterlogging reduced both growth and physiological parameters, such as plant height, primary branch length, number of leaves/plant, fresh weight and dry matter, and nodule formation, soil plant analysis development index, and chlorophyll fluorescence efficiency. Only the increased ion leakage indicated the level of waterlogging stress. However, waterlogging at the seedling stage had a great impact on the number of pod per plant, and the pod set rate resulted in a 60.3% reduction in the individual yield of the cultivar L14 compared to the control. Meanwhile, waterlogging at the flowering and full pod stages caused a similar decrease in yield of peanut cultivar L14 (31%). Thus, waterlogging at the seedling stage for 10 weeks had the greatest effect on the yield of peanut variety L14.

**Cited as:** Le, C. T. T., & Vu, T. N. (2023). Effects of waterlogging time on growth, physiology and yield of peanut cultivar L14 (*Arachis hypogaea*). *The Journal of Agriculture and Development* 22(1), 21-31.

## Ảnh hưởng của thời điểm ngập úng đến sinh trưởng, sinh lý và năng suất của giống lạc L14 (*Arachis hypogaea*)

Lê Thị Tuyết Châm\* & Vũ Ngọc Thăng

Khoa Nông Học, Học Viện Nông Nghiệp Việt Nam, Hà Nội

### THÔNG TIN BÀI BÁO

#### Bài báo khoa học

Ngày nhận: 13/10/2022

Ngày chỉnh sửa: 05/01/2023

Ngày chấp nhận: 08/02/2023

#### Từ khóa

Giống lạc L14

Năng suất

Sinh lý

Sinh trưởng

Thời điểm ngập

#### \*Tác giả liên hệ

Lê Thị Tuyết Châm

Email: lttcham@vnua.edu.vn

### TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm đánh giá ảnh hưởng của thời điểm ngập úng đến một số chỉ tiêu sinh trưởng, sinh lý và năng suất của giống lạc L14 trong nhà lưới có mái che của Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam, Hà Nội tại vụ Xuân 2020. Thí nghiệm được bố trí theo khối ngẫu nhiên 2 yếu tố, bao gồm: yếu tố 1 là chế độ tưới bao gồm CT1 tưới bình thường và CT2 xử lý ngập nhân tạo trong 10 tuần và rút nước để trở lại độ ẩm đất ban đầu (70 - 80%); yếu tố 2 là thời điểm gây úng bao gồm xử lý ngập ở các giai đoạn cây con (khi cây có 3 lá), ra hoa rộ (25 ngày sau khi cây bắt đầu ra hoa), quả chắc (65 ngày sau khi cây bắt đầu ra hoa). Kết quả đã cho thấy ngập úng đều làm giảm cả chỉ tiêu sinh trưởng và sinh lý như chiều cao cây, chiều dài cành cấp 1, số lá/cây, khối lượng tươi và khả năng tích lũy chất khô, khả năng hình thành nốt sần, chỉ số đánh giá hàm lượng diệp lục trong lá SPAD (soil plant analysis development) và hiệu suất huỳnh quang diệp lục. Duy nhất chỉ tiêu độ rò rỉ ion tăng lên phản ánh mức độ stress ngập úng cây đang trải qua. Tuy nhiên, ngập ở giai đoạn cây con đã làm ảnh hưởng lớn đến số quả trên cây và tỷ lệ đậu quả, dẫn đến năng suất cá thể của giống L14 đã giảm 60,3% so với đối chứng. Trong khi đó, ngập ở giai đoạn ra hoa rộ và quả chắc gây ra sự suy giảm năng suất của giống lạc L14 tương đương nhau (~31%). Như vậy, ngập úng ở giai đoạn cây con trong 10 tuần đã làm ảnh hưởng lớn nhất đến năng suất của giống lạc L14.

### 1. Đặt Vấn Đề

Trong những năm gần đây, thiên tai, lũ lụt, hiện tượng triều cường xảy ra liên tiếp làm cho vấn đề ngập úng đất ngày càng trở nên nghiêm trọng tại Việt Nam. Ngập úng làm ảnh hưởng nghiêm trọng đến sinh trưởng, phát triển và năng suất cây trồng do làm giảm tốc độ quang hợp và gây vàng lá và héo rũ (Zhang & ctv., 2019; Tian & ctv., 2021). Ngập úng cũng gây ra tình trạng thiếu oxy ở rễ cây và hình thành actaldehyde, ethanol và một số chất khác từ quá trình trao đổi kỵ khí ở rễ. Những chất này gây độc cho tế bào rễ, ngăn cản quá trình đồng hóa carbon và sử dụng trong quang hợp (Aydogan & Turhan, 2015; Gao & ctv., 2021). Singh & ctv. (1991) cho rằng hệ thống rễ sẽ bị tổn thương trong điều kiện đất

ngập nước kéo dài 1 - 3 ngày, thông khí kém gây ra chết tế bào, thậm chí gây thối bộ rễ (Singh & ctv., 1991).

Theo Schravendijk & Andel (1985), một số loài cây họ đậu có khả năng chịu được úng tới 20 ngày nhưng sinh trưởng chậm trong thời ngập úng. Zaharah (1986) đã chỉ ra rằng úng đã ảnh hưởng rất lớn đến sinh trưởng và phát triển của cây lạc biểu hiện làm giảm chiều cao cây, khả năng tích lũy chất khô và ảnh hưởng tới năng suất. Trong các giai đoạn xử lý úng, giai đoạn sau khi gieo 42 - 78 ngày là giai đoạn ảnh hưởng tới sinh trưởng và phát triển và năng suất. Đặc biệt giai đoạn từ 49 - 50 ngày sau gieo đây là giai đoạn tác động lớn nhất đến sinh trưởng và năng suất của lạc. Liu & ctv. (2009) cũng đã chỉ ra úng trong giai đoạn bắt đầu ra hoa làm giảm

chiều cao cây, số cành/cây, tổng số quả/cây và quả chắc. Tuy nhiên gây úng trong giai đoạn hình thành quả và hạt lại ít ảnh hưởng đến chiều cao cây và khả năng tăng trưởng của củ.

Vì vậy, để nghiên cứu khả năng ứng phó với ngập úng trong canh tác lạc cần đánh giá khả năng chịu úng của lạc ở các thời điểm sinh trưởng khác nhau. Nghiên cứu này tiến hành đánh giá ảnh hưởng thời điểm ngập úng đến sinh trưởng, sinh lý và năng suất của giống lạc L14 đang được trồng phổ biến tại các tỉnh miền Bắc và miền Trung.

## 2. Vật Liệu và Phương Pháp Nghiên Cứu

### 2.1. Vật liệu nghiên cứu

Thí nghiệm được thực hiện trên giống Lạc L14 được Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Đậu đỗ - Viện Cây lương thực và Cây thực phẩm chọn lọc theo phương pháp chọn lọc quần thể từ dòng lạc QĐ5 từ tập đoàn lạc nhập nội của Trung Quốc. Thí nghiệm được bố trí trong nhà lưới có mái che - Khoa Nông học - Học viện Nông nghiệp Việt Nam trong vụ Xuân 2020. Nhiệt độ thấp nhất vào tháng 1/2020 xấp xỉ 18°C và cao nhất vào tháng 6 vào khoảng 41°C.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

Thí nghiệm được thực hiện trong chậu (đường kính 25 cm, chiều cao 30 cm) và bố trí theo khối ngẫu nhiên gồm 2 yếu tố với 30 lần lặp lại (mỗi 1 chậu là 1 lần lặp lại) trong nhà lưới có mái che. Đất thí nghiệm là đất phù sa cổ sông Hồng được làm sạch, phơi khô, trộn với phân bón lót 0,03 g N; 0,64 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; & 0,43 g K<sub>2</sub>O/chậu và cân 6 kg mỗi chậu. Mỗi chậu gieo 4 - 5 hạt, phủ đất kín hạt và tưới đủ ẩm (75 - 80%) sau đó giữ lại 2 cây/chậu.

Thí nghiệm được thiết kế trên 2 yếu tố thí nghiệm như sau:

Yếu tố 1 là chế độ tưới nước bao gồm:

+ Đối chứng (Đ/C) tưới đầy đủ (độ ẩm đất luôn duy trì 70 - 80% bằng máy đo độ ẩm Aquaterr Instruments T - 300, Mỹ): hàng ngày các chậu của công thức này sẽ được tưới 1 lượng nước như nhau là 300 mL/L chậu, tưới 2 lần sáng và chiều (tùy thuộc vào nhiệt độ trong ngày và trạng thái sinh trưởng của cây)

+ Gây úng: tưới nước ngập toàn bộ gốc cây 3 cm so với mặt đất trồng ở một số giai đoạn sinh

trưởng

Yếu tố 2 là thời điểm gây úng

TD1: xử lý ngập là khi cây bước sang thời kỳ cây con (cây có 3 lá)

TD2: ra hoa rộ (25 ngày sau khi cây bắt đầu ra hoa)

TD3: quả chắc (65 ngày khi cây bắt đầu ra hoa)

Gây úng được thực hiện bằng cách tưới nước ngập toàn bộ gốc cây 3 cm so với mặt đất trồng. Sau khi gây ngập khoảng 10 tuần thì rút nước để trở lại độ ẩm đất ban đầu (70 - 80%).

Các chỉ tiêu theo dõi bao gồm các chỉ tiêu sau:

Các chỉ tiêu sinh trưởng: Chiều cao thân chính (cm), số lá trên thân, chiều dài cành cấp 1, số cành cấp 1/cây được đo trên 10 cây ở giai đoạn thu hoạch. Các chỉ tiêu như khối lượng tươi, khả năng tích lũy chất khô của rễ và thân lá (g/cây), diện tích lá (dm<sup>2</sup>), khả năng hình thành nốt sần được thu thập trên 5 cây sau khi kết thúc gây úng ở ba giai đoạn cây con, ra hoa và quả chắc.

Các chỉ tiêu sinh lý: Độ thiếu hụt bão hòa nước (%), chỉ số diệp lục SPAD (soil plant analysis development) (đo bằng máy SPAD - 502, Nhật Bản), hiệu suất huỳnh quang diệp lục (đo bằng máy chlorophyll fluorescence meter) được đo trên 5 cây trong thời gian gây úng và sau khi gây úng 10 ngày, mức độ rò rỉ ion (%) được đánh giá theo phương pháp của (Zhao & ctv., 2007) được thu trên 5 cây tại giai đoạn phục hồi (10 ngày sau khi kết thúc gây úng).

Các chỉ tiêu cấu thành năng suất và năng suất: số quả/cây, khối lượng 100 hạt (g), năng suất cá thể (g/cây) được thu từ 10 cây theo dõi ở giai đoạn thu hoạch. Số liệu được phân tích và xử lý theo chương trình Excel 2010 và IRRISTAT 5.0.

## 3. Kết Quả

### 3.1. Ảnh hưởng của thời điểm úng đến sinh trưởng thân cành và lá của giống lạc L14

Ở cả 3 thời điểm, công thức gây úng có chiều cao, số cành cấp 1, chiều dài cành cấp 1 và số lá thấp hơn có ý nghĩa thống kê so với công thức tưới nước bình thường. Sự sai khác chiều cao cây ở giai đoạn cây con có ý nghĩa thống kê, cụ thể là 2,9 cm, trong khi đó ngập úng ở giai đoạn ra hoa rộ và quả chắc, sự sai khác lần lượt là 1,7 và 1,4 cm. Nguyên nhân có thể là ở giai đoạn ra hoa rộ và quả chắc là thời kỳ mà cây đạt được chiều

cao tương đối, phát triển chậm hơn ở thời kỳ cây con.

Trong 3 giai đoạn gây úng (Bảng 1), gây úng giai đoạn quả chắc có sự sai khác có ý nghĩa thống kê về chiều dài cành cấp 1 so với đối chứng là ít nhất 2,4 cm. Số lá/thân ở công thức đối chứng cao hơn có ý nghĩa thống kê 3,6 lá, 2,0 lá và 0,6 lá so với công thức gây úng lần lượt ở giai đoạn cây con, ra hoa rộ và quả chắc. Gây úng ở giai đoạn cây con và ra hoa đã ảnh hưởng lớn tới số cành cấp một trên cây, làm giảm có ý nghĩa thống kê lần lượt là 1,5 và 0,8 cành/cây. Tuy nhiên, gây úng vào giai đoạn quả chắc số cành cấp 1/cây hầu như không có sự chênh lệch lớn so với đối chứng (xấp xỉ 5 cành/cây), mặc dù sự khác biệt này có ý nghĩa thống kê.

Như vậy, trong điều kiện ngập úng ở giai đoạn cây con cho thấy sự suy giảm đa số các chỉ tiêu sinh trưởng thân cành và lá nhiều hơn có ý nghĩa thống kê so với các giai đoạn còn lại.

### 3.2. Ảnh hưởng của thời điểm úng đến diện tích lá của giống lạc L14

Trong điều kiện úng, diện tích lá của giống lạc L14 có sự chênh lệch có ý nghĩa thống kê so với đối chứng, đặc biệt ở giai đoạn cây con (Bảng 2). Cụ thể, diện tích lá của giống lạc L14 trong điều kiện xử lý úng ở giai đoạn cây con này trung bình đạt 3,1 (dm<sup>2</sup>/cây) thấp hơn có ý nghĩa thống kê so với đối chứng là 4,6 (dm<sup>2</sup>/cây). Sau kết thúc xử lý úng, sinh trưởng của cây có xu hướng phục hồi lại. Tuy nhiên, do ảnh hưởng úng vào giai đoạn cây con, thân lá đang phát triển mạnh nhất dẫn đến diện tích lá của các cây ở công thức này sau khi phục hồi vẫn thấp hơn nhiều (8,9 dm<sup>2</sup>/cây) so với đối chứng (18,8 dm<sup>2</sup>/cây) và công thức gây úng vào giai đoạn khác. Tương tự, trong điều kiện úng giai đoạn ra hoa diện tích lá của giống lạc L14 là 4,9 (dm<sup>2</sup>/cây) thấp hơn nhiều ( $P < 0,05$ ) so với đối chứng 9,6 (dm<sup>2</sup>/cây). Tuy nhiên, sau kết thúc xử lý úng cây có phục hồi lại sinh trưởng mạnh diện tích lá (15,1 dm<sup>2</sup>/cây) gần bằng với đối chứng (18,7 dm<sup>2</sup>/cây). Tuy ngập úng ở giai đoạn quả chắc, nhưng diện tích lá vẫn đạt 16,2 (dm<sup>2</sup>/cây) thấp hơn một chút so với đối chứng 18,7 (dm<sup>2</sup>/cây). Như vậy, ngập úng ở hai giai đoạn sau, diện tích lá được phục hồi cao hơn giai đoạn cây con.

**Bảng 1.** Ảnh hưởng của thời điểm gây úng đến sinh trưởng thân cành và lá tại thời điểm thu hoạch của giống lạc L14

Thời điểm gây úng	Công thức	Chiều cao cây (cm)	Chiều dài cành cấp 1 (mm)	Số cành cấp 1 (cành/cây)	Số lá/thân chính (lá/cây)
Cây con	Đối chứng	28,5 <sup>b</sup>	27,6 <sup>c</sup>	5,1 <sup>b</sup>	16,8 <sup>d</sup>
	Gây úng	25,6 <sup>a</sup>	23,5 <sup>a</sup>	3,6 <sup>a</sup>	13,3 <sup>a</sup>
	Đối chứng	28,7 <sup>b</sup>	27,5 <sup>c</sup>	5,0 <sup>b</sup>	16,9 <sup>d</sup>
Ra hoa	Gây úng	27,1 <sup>a</sup>	24,2 <sup>a</sup>	4,2 <sup>a</sup>	14,9 <sup>b</sup>
	Đối chứng	28,8 <sup>b</sup>	27,7 <sup>c</sup>	5,3 <sup>c</sup>	16,9 <sup>d</sup>
	Gây úng	27,5 <sup>a</sup>	25,3 <sup>b</sup>	5,0 <sup>b</sup>	16,3 <sup>c</sup>
Quả chắc	Gây úng	5,6	3,1	11,0	3,3
	Đối chứng	2,4	1,3	0,8	0,8
	Đối chứng	28,7 <sup>b</sup>	27,6 <sup>b</sup>	5,1 <sup>b</sup>	16,9 <sup>b</sup>
LSD <sub>CT×TD</sub> 5%	Gây úng	26,7 <sup>a</sup>	24,3 <sup>a</sup>	4,3 <sup>a</sup>	14,8 <sup>a</sup>
	Đối chứng	0,9	0,9	0,7	0,9
	Đối chứng	27,1	25,6 <sup>a</sup>	4,4 <sup>a</sup>	15,1 <sup>a</sup>
LSD <sub>CT</sub> 5%	Cây con	27,9	26,4 <sup>a</sup>	4,6 <sup>a</sup>	15,9 <sup>b</sup>
	Ra hoa rộ	28,2	26,5 <sup>ab</sup>	5,2 <sup>b</sup>	16,6 <sup>c</sup>
	Quả chắc				

Trong cùng một nhóm, các giá trị trung bình có cùng màu tự thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê.

**Bảng 2.** Ảnh hưởng của thời điểm ứng đến diện tích lá sau khi kết thúc gây úng ở các giai đoạn cây con, ra hoa và quả chắc của giống lạc L14

Thời điểm gây úng	Công thức	Giai đoạn thu mẫu		
		Cây con	Ra hoa	Quả chắc
Cây con	Đối chứng	4,6 <sup>b</sup>	9,5 <sup>b</sup>	18,8 <sup>d</sup>
	Gây úng	3,1 <sup>a</sup>	3,9 <sup>a</sup>	8,9 <sup>a</sup>
Ra hoa	Đối chứng	4,6 <sup>b</sup>	9,6 <sup>c</sup>	18,7 <sup>d</sup>
	Gây úng	4,6 <sup>b</sup>	4,9 <sup>b</sup>	15,1 <sup>b</sup>
Quả chắc	Đối chứng	4,6 <sup>b</sup>	9,6 <sup>c</sup>	18,7 <sup>d</sup>
	Gây úng	4,6 <sup>b</sup>	9,7 <sup>c</sup>	16,3 <sup>c</sup>
CV (%)		7,7	3,3	2,5
LSD <sub>CT×TB</sub> 5%		0,5	0,4	0,6
Trung bình của công thức	Đối chứng	4,6 <sup>b</sup>	9,6 <sup>b</sup>	18,7 <sup>b</sup>
	Gây úng	4,1 <sup>a</sup>	6,2 <sup>a</sup>	13,4 <sup>a</sup>
LSD <sub>CT</sub> 5%		0,3	0,4	0,2
Trung bình của thời điểm gây úng	Cây con	3,9 <sup>a</sup>	6,7 <sup>a</sup>	13,9 <sup>a</sup>
	Ra hoa rộ	4,6 <sup>b</sup>	7,3 <sup>b</sup>	16,9 <sup>b</sup>
	Quả chắc	4,6 <sup>b</sup>	9,7 <sup>c</sup>	17,5 <sup>c</sup>
LSD <sub>TD</sub> 5%		0,4	0,3	0,5

Trong cùng một nhóm, các giá trị trung bình có cùng mẫu tự thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê.

**Bảng 3.** Ảnh hưởng của thời điểm ứng đến khả năng tích lũy chất tươi và chất khô sau khi kết thúc gây úng ở giai đoạn cây con, ra hoa và quả chắc của giống lạc L14

Thời điểm gây úng	Công thức	Khối lượng tươi (g)			Khối lượng khô (g)		
		Rễ	Thân	Lá	Rễ	Thân	Lá
Cây con	Đối chứng	5,4 <sup>d</sup>	56,5 <sup>c</sup>	43,2 <sup>c</sup>	0,7 <sup>e</sup>	17,6 <sup>d</sup>	10,8 <sup>d</sup>
	Gây úng	2,6 <sup>a</sup>	31,3 <sup>a</sup>	19,9 <sup>a</sup>	0,5 <sup>b</sup>	8,2 <sup>a</sup>	4,4 <sup>a</sup>
Ra hoa	Đối chứng	5,4 <sup>d</sup>	56,4 <sup>c</sup>	43,2 <sup>c</sup>	0,6 <sup>d</sup>	17,7 <sup>d</sup>	10,8 <sup>d</sup>
	Gây úng	4,9 <sup>c</sup>	54,8 <sup>b</sup>	42,3 <sup>c</sup>	0,6 <sup>b</sup>	16,7 <sup>c</sup>	9,9 <sup>b</sup>
Quả chắc	Đối chứng	5,4 <sup>d</sup>	56,4 <sup>c</sup>	43,2 <sup>c</sup>	0,6 <sup>c</sup>	17,7 <sup>d</sup>	10,8 <sup>d</sup>
	Gây úng	3,7 <sup>b</sup>	55,4 <sup>c</sup>	40,3 <sup>b</sup>	0,4 <sup>a</sup>	15,7 <sup>b</sup>	10,0 <sup>c</sup>
CV (%)		5,8	4,1	6,2	5,2	3,7	4,9
LSD <sub>CT × TB</sub> 5%		0,4	3,0	2,0	0,04	0,4	0,4
Trung bình của công thức	Đối chứng	5,4 <sup>b</sup>	56,4 <sup>b</sup>	43,2 <sup>b</sup>	0,6 <sup>b</sup>	17,7 <sup>b</sup>	10,8 <sup>b</sup>
	Gây úng	3,7 <sup>a</sup>	47,2 <sup>a</sup>	34,2 <sup>a</sup>	0,5 <sup>a</sup>	13,5 <sup>a</sup>	8,1 <sup>a</sup>
LSD <sub>CT</sub> 5%		0,3	3,0	2,3	0,03	0,4	0,3
TB của thời điểm gây úng	Cây con	4,0 <sup>a</sup>	43,9 <sup>a</sup>	31,6 <sup>a</sup>	0,6 <sup>b</sup>	12,9 <sup>a</sup>	7,6 <sup>b</sup>
	Ra hoa rộ	5,2 <sup>c</sup>	55,6 <sup>b</sup>	42,8 <sup>b</sup>	0,6 <sup>b</sup>	17,2 <sup>c</sup>	6,9 <sup>a</sup>
	Quả chắc	4,6 <sup>b</sup>	55,9 <sup>b</sup>	41,8 <sup>b</sup>	0,5 <sup>a</sup>	16,7 <sup>b</sup>	10,4 <sup>c</sup>
LSD <sub>TD</sub> 5%		0,3	2,1	1,4	0,03	0,3	0,3

Trong cùng một nhóm, các giá trị trung bình có cùng mẫu tự thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê; TB: trung bình.

**3.3. Ảnh hưởng của thời điểm ứng đến khả năng tích lũy chất tươi và chất khô của giống lạc L14**

Trong điều kiện xử lý ứng khả năng tích lũy chất tươi và chất khô luôn thấp hơn có ý nghĩa thống kê so với các công thức tưới nước bình thường (Bảng 3). Ở giai đoạn cây con khối lượng

tươi của rễ, thân và lá giảm hơn có ý nghĩa thống kê so với đối chứng lần lượt là 2,8 g, 25,3 g và 23,3 g. Khả năng tích lũy chất khô của rễ, thân và lá cũng luôn thấp hơn có ý nghĩa thống kê lần lượt là 0,1 g, 9,4 g và 6,4 g so với các công thức tưới nước bình thường. Còn hai công thức gây úng ở giai đoạn ra hoa rộ và quả chắc cũng làm suy giảm có ý nghĩa thống kê khối lượng tươi

và khả năng tích lũy chất khô so với đối chứng, ngoại trừ khối lượng tươi của lá ở giai đoạn ra hoa và khối lượng tươi của thân ở giai đoạn quả chắc. Mặc dù vậy, sự suy giảm vẫn thấp hơn so với gây úng ở giai đoạn cây con.

### 3.4. Ảnh hưởng của thời điểm úng đến khả năng hình thành nốt sần của giống lạc L14

Số lượng và khối lượng nốt sần tăng dần qua các giai đoạn sinh trưởng như thể hiện trong các công thức đối chứng (Bảng 4). Tuy nhiên, gây úng đã làm giảm số lượng và khối lượng nốt sần tùy thuộc vào thời điểm gây úng. Sau kết thúc gây úng ở giai đoạn cây con, cây con bắt đầu phục hồi nhưng đến giai đoạn ra hoa vẫn chưa xuất hiện nốt sần. Chỉ đến khi bước sang giai đoạn quả chắc nốt sần đã xuất hiện nhưng không đáng kể 14,5 (nốt/cây). Sự suy giảm các chỉ tiêu này cao nhất khi xử lý úng trong giai đoạn cây con, rồi đến giai đoạn ra hoa và cuối cùng là giai đoạn quả chắc. Ở giai đoạn này, số lượng và khối lượng nốt sần ở công thức gây úng đạt 179,5 (nốt/cây) đạt 1,8 g thấp hơn nhiều so với công thức đối chứng đạt 300,5 (nốt/cây) đạt 2,7 g (Bảng 4).

### 3.5. Ảnh hưởng của thời điểm úng đến hiệu suất huỳnh quang diệp lục của giống lạc L14

Ở cả ba thời điểm gây úng đều cho thấy sự sụt giảm của hiệu suất huỳnh quang diệp lục (Fv/Fm), sau đó là tăng dần trong quá trình phục hồi (Hình 1). Sự sụt giảm thấp nhất khi gây úng ở giai đoạn quả chắc với giá trị 0,738 vào ngày thứ 2 của giai đoạn phục hồi. Trong khi đó, sự sụt giảm thấp nhất khi gây úng ở giai đoạn cây con và ra hoa rõ là vào ngày thứ 10 gây úng đạt giá trị lần lượt là 0,749 và 0,727. Fv/Fm đều giảm so với công thức đối chứng ở các thời điểm gây úng khác nhau.

### 3.6. Ảnh hưởng của thời điểm úng đến chỉ số SPAD của giống lạc L14

Trong điều kiện úng ở giai đoạn cây con, chỉ số SPAD trong lá của giống lạc L14 dao động 33,2 - 45,5 thấp hơn nhiều so với đối chứng dao động 43,0 - 45,7 (Hình 2). Mặc dù, kết thúc gây úng tuy nhiên chỉ số SPAD lại tiếp tục có xu hướng giảm xuống và đạt giá trị thấp nhất chỉ còn 33,2 trong ngày thứ 6 sau kết thúc úng.

Đối với các công thức xử lý úng ở giai đoạn ra hoa, chỉ số SPAD giảm dần từ ngày thứ 2 của đợt xử lý úng, tuy nhiên lại giảm xuống thấp nhất chỉ còn 20,3 sau khi kết thúc úng 7 ngày. Theo dõi ảnh hưởng của úng ở giai đoạn quả chắc cho thấy chỉ số SPAD lại giảm xuống thấp nhất sau kết thúc úng 2 ngày từ 42,3 xuống 29,6. Sau đó, chỉ số SPAD bắt đầu có xu hướng phục hồi tuy nhiên mức độ phục hồi chậm.

### 3.7. Ảnh hưởng ngập úng ở một số giai đoạn đến mức độ rò rỉ ion của giống lạc L14

Ở công thức đối chứng có sự thay đổi mức độ rò rỉ ion có sự chênh lệch không quá lớn. Cao nhất ở thời kỳ quả chắc đạt 19% và thấp nhất ở thời kỳ cây con là 16,3%. So với công thức đối chứng thì mức độ rò rỉ ion ở thời kỳ tương ứng của công thức úng đều cao hơn. Độ rò rỉ ion cao nhất ở thời kỳ quả chắc là 24,3%, thấp nhất ở thời kỳ cây con là 19%, thời kỳ ra hoa là 21%. Mức độ rò rỉ ion có sự thay đổi trên là do phản ứng sinh lý của cây trong điều kiện úng trong từng giai đoạn, trong đó giai đoạn quả chắc bị ảnh hưởng lớn nhất (Hình 3).

### 3.8. Ảnh hưởng của thời điểm úng đến số hoa, số quả trên cây và tỷ lệ đậu quả của giống lạc L14

Giai đoạn cây con đây là giai đoạn cây tăng trưởng mạnh về rễ, thân, lá và tạo tiền đề để tăng trưởng về số hoa, do đó gây úng thời kỳ này gây ảnh hưởng rất lớn đến số hoa. Công thức gây úng có tổng số hoa 15,4 hoa/cây, dẫn đến số quả của công thức úng chỉ đạt 6,3 quả/cây, thấp hơn ở công thức đối chứng là 30,7 hoa/cây, do đó số quả đạt 15,0 quả/cây.

Ở giai đoạn ra hoa, tổng hoa và số quả của cây bị xử lý úng lần lượt là 30,4 và 12,7 đạt 40,4% tỷ lệ đậu quả cũng đều thấp hơn so với đối chứng (31,7 hoa/cây, 15,8 quả/cây, đạt tỷ lệ là 51,54%). Tuy nhiên, sự khác biệt về số hoa không có ý nghĩa thống kê ( $P > 0,05$ ; Bảng 5).

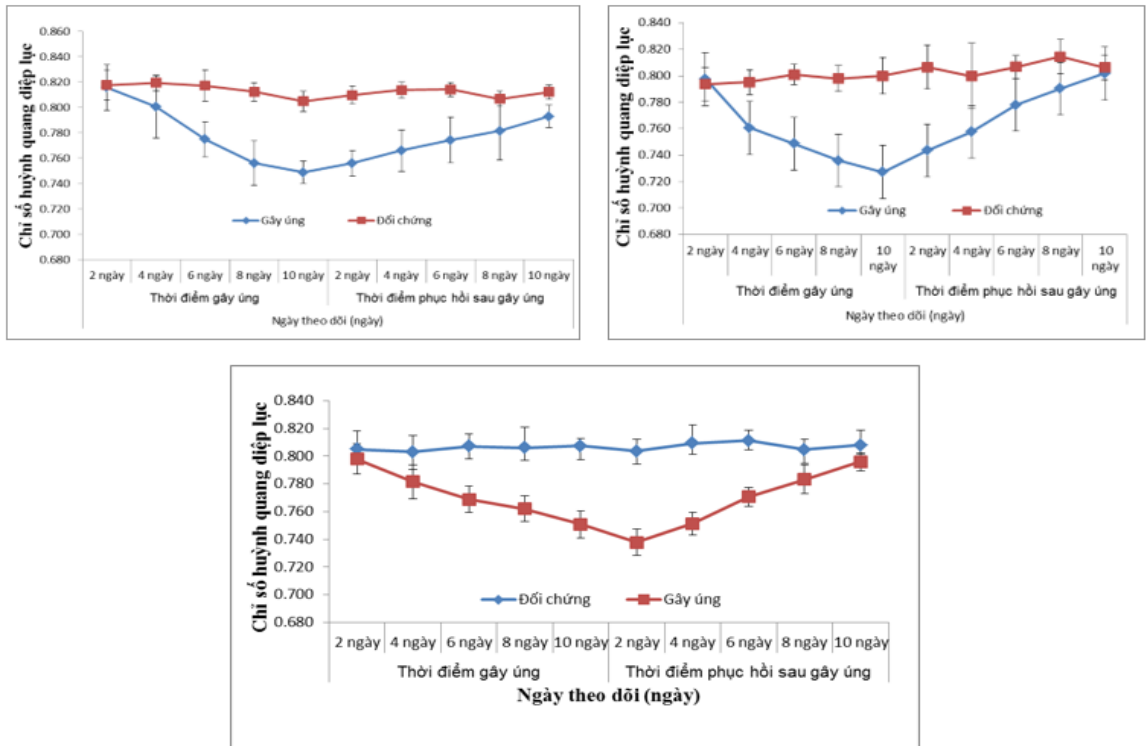
Gây úng ở giai đoạn quả chắc đã dẫn đến quả trên cây bị thối, vì vậy số quả/cây bị giảm hơn so với công thức đối chứng. Công thức cây úng đạt 14,3 quả/cây thấp hơn có ý nghĩa thống kê công thức đối chứng đạt 15,6 quả/cây. Trong khi đó không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê về tổng số hoa/cây giữa công thức gây úng và công thức tưới nước bình thường.

**Bảng 4.** Ảnh hưởng của thời điểm ứng đến khả năng hình thành nốt sần sau khi kết thúc gây ứng ở các giai đoạn cây con, ra hoa và quả chắc của giống lạc L14

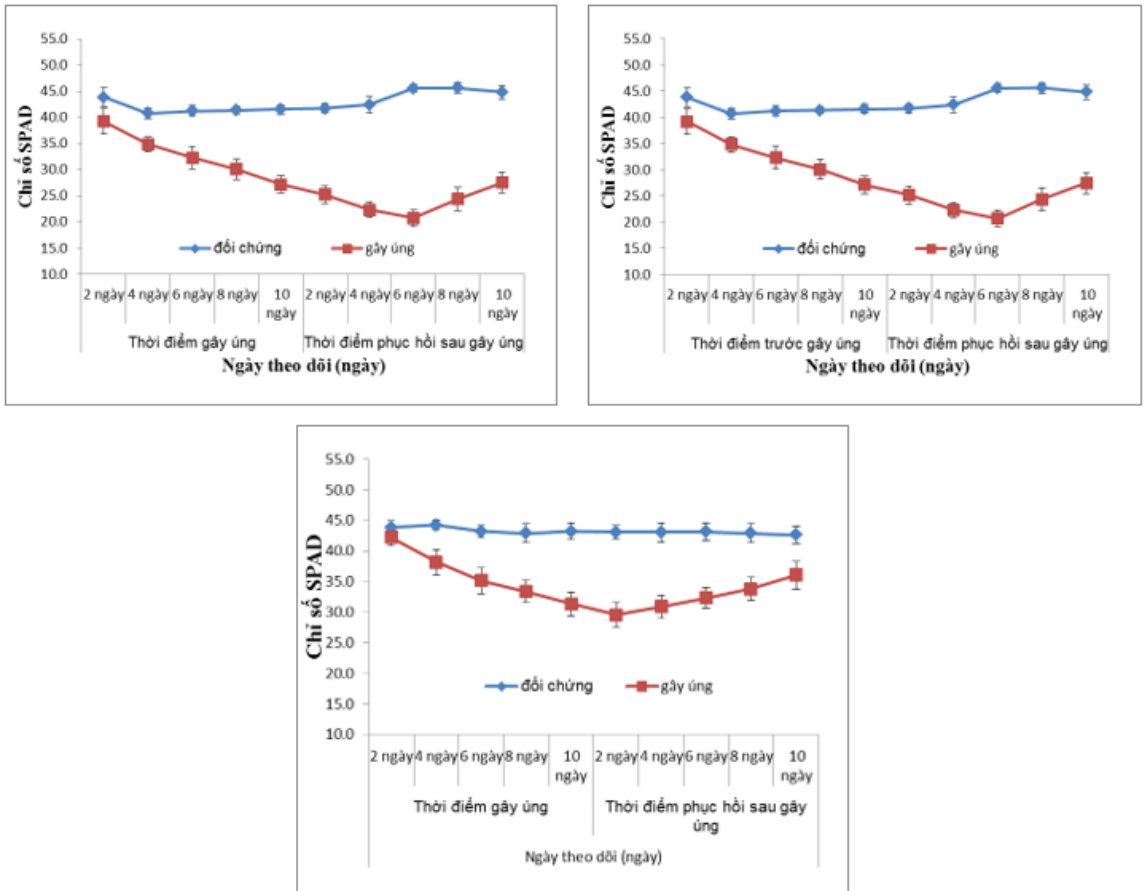
Thời điểm gây ứng	Công thức SLNS	Giai đoạn thu mẫu					
		Cây con		Ra hoa		Quả chắc	
		KLNS	SLNS	KLNS	SLNS	KLNS	
Cây con	Đối chứng	17,5 <sup>b</sup>	0,2 <sup>b</sup>	55,7 <sup>d</sup>	0,5 <sup>f</sup>	301,5 <sup>d</sup>	2,7 <sup>d</sup>
	Gây ứng	0,0 <sup>a</sup>	0,0 <sup>a</sup>	0,0 <sup>a</sup>	0,0 <sup>a</sup>	14,5 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>
Ra hoa	Đối chứng	17,0 <sup>b</sup>	0,3 <sup>c</sup>	56,3 <sup>d</sup>	0,3 <sup>c</sup>	305,0 <sup>d</sup>	2,7 <sup>d</sup>
	Gây ứng	19,3 <sup>d</sup>	0,4 <sup>c</sup>	8,8 <sup>b</sup>	0,1 <sup>b</sup>	81,8 <sup>b</sup>	1,0 <sup>b</sup>
Quả chắc	Đối chứng	18,7 <sup>c</sup>	0,2 <sup>b</sup>	56,0 <sup>d</sup>	0,4 <sup>e</sup>	300,5 <sup>d</sup>	2,7 <sup>d</sup>
	Gây ứng	19,0 <sup>c</sup>	0,2 <sup>b</sup>	36,3 <sup>c</sup>	0,4 <sup>d</sup>	179,5 <sup>c</sup>	1,8 <sup>c</sup>
CV (%)		4,5	6,9	5,5	3,9	4,5	4,0
LSD <sub>CT×TB</sub> 5%		1,1	0,02	3,4	0,02	12,5	0,1
Trung bình của công thức	Đối chứng	17,7 <sup>b</sup>	0,2	56,0 <sup>b</sup>	0,4 <sup>b</sup>	302,3 <sup>b</sup>	2,7 <sup>b</sup>
	Gây ứng	12,8 <sup>a</sup>	0,2	15,0 <sup>a</sup>	0,2 <sup>a</sup>	91,9 <sup>a</sup>	1,0 <sup>a</sup>
LSD <sub>CT</sub> 5%		1,3	0,01	3,2	0,02	11,2	0,4
Trung bình của thời điểm gây ứng	Cây con	8,8 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>	27,9 <sup>a</sup>	0,3 <sup>b</sup>	158 <sup>c</sup>	1,4 <sup>a</sup>
	Ra hoa rộ	18,2 <sup>b</sup>	0,4 <sup>c</sup>	32,6 <sup>b</sup>	0,2 <sup>a</sup>	193,4 <sup>b</sup>	1,9 <sup>b</sup>
	Quả chắc	18,9 <sup>c</sup>	0,2 <sup>b</sup>	46,3 <sup>c</sup>	0,4 <sup>c</sup>	240 <sup>c</sup>	2,3 <sup>c</sup>
LSD <sub>TD</sub> 5%		0,8	0,01	2,4	0,02	8,8	0,07

SLNS: Số lượng nốt sần (số nốt sần/cây); KLNS: khối lượng nốt sần (g/cây).

Trong cùng một nhóm, các giá trị trung bình có cùng mẫu tự thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê; TB: trung bình.



**Hình 1.** Ảnh hưởng của ứng ở giai đoạn: cây con (A), ra hoa (B), quả chắc (C) đến hiệu suất huỳnh quang diệp lục của giống lạc L14.



**Hình 2.** Ảnh hưởng của úng ở giai đoạn: cây con (A), ra hoa (B), quả chắc (C) đến chỉ số SPAD (soil plant analysis development) của giống lạc L14.

**Bảng 5.** Ảnh hưởng của thời điểm úng đến số hoa/cây, số quả/cây và tỷ lệ đậu quả ở giai đoạn thu hoạch của giống lạc L14

Thời điểm gây úng	Công thức	Số hoa/cây	Số quả/cây	Tỷ lệ đậu quả (%)
Cây con	Đối chứng	30,7 <sup>b</sup>	15,4 <sup>c</sup>	50,2
	Gây úng	16,6 <sup>a</sup>	6,3 <sup>a</sup>	37,7
Ra hoa	Đối chứng	30,7 <sup>b</sup>	15,8 <sup>d</sup>	51,5
	Gây úng	30,4 <sup>b</sup>	12,7 <sup>b</sup>	40,4
Quả chắc	Đối chứng	30,5 <sup>b</sup>	15,6 <sup>d</sup>	51,0
	Gây úng	30,2 <sup>b</sup>	14,3 <sup>c</sup>	47,4
CV (%)		5,3	6,7	
LSD <sub>CT×TD</sub> 5%		4,7	1,3	
Trung bình của công thức	Đối chứng	30,6 <sup>a</sup>	15,6 <sup>a</sup>	
	Gây úng	25,7 <sup>b</sup>	11,1 <sup>b</sup>	
LSD <sub>CT</sub> 5%		1,6	1,3	
Trung bình của thời điểm gây úng	Cây con	23,7 <sup>a</sup>	10,9 <sup>a</sup>	
	Ra hoa rộ	30,6 <sup>b</sup>	14,3 <sup>b</sup>	
	Quả chắc	30,4 <sup>b</sup>	15,0 <sup>c</sup>	
LSD <sub>TD</sub> 5%		3,3	0,9	

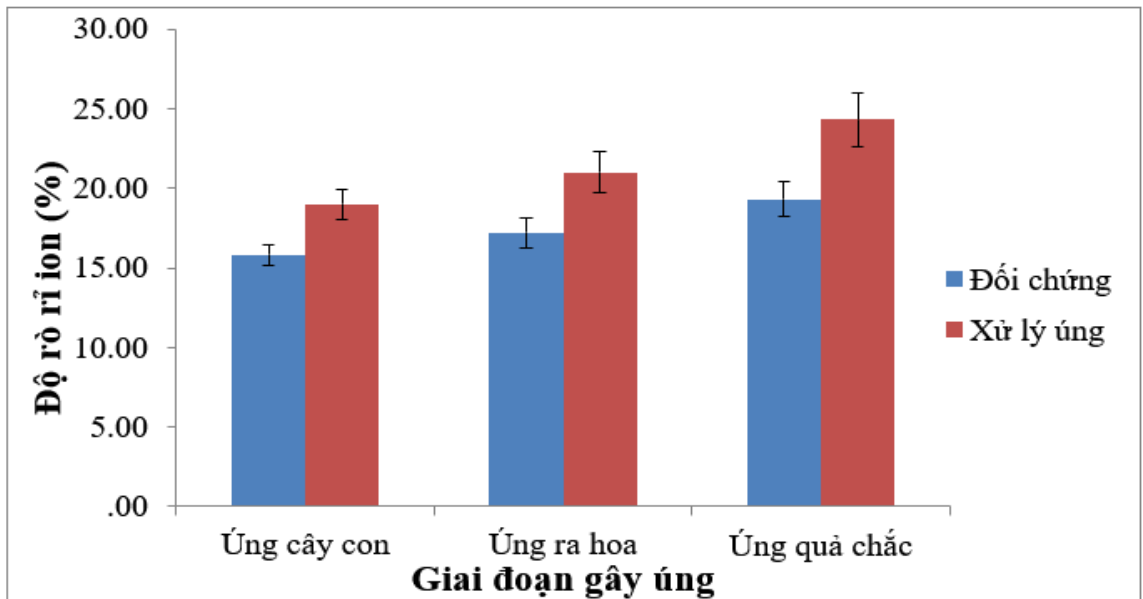
Trong cùng một nhóm, các giá trị trung bình có cùng mẫu tự thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê.



**Bảng 6.** Ảnh hưởng của úng ở một số giai đoạn đến năng suất cá thể ở giai đoạn thu hoạch và mức suy giảm năng suất cá thể của giống lạc L14

Thời điểm gây úng	Công thức	Năng suất quả		
		Khối lượng 100 hạt khô (g)	Khô của cây (g/cây)	Mức suy giảm năng suất (%)
Cây con	Đối chứng	49,1	15,4 <sup>c</sup>	-
	Gây úng	47,2	6,1 <sup>a</sup>	60,6
Ra hoa	Đối chứng	48,4	16,1 <sup>c</sup>	-
	Gây úng	45,5	10,9 <sup>b</sup>	32,0
Quả chắc	Đối chứng	48,8	15,8 <sup>c</sup>	-
	Gây úng	43,6	10,8 <sup>b</sup>	31,8
CV (%)			5,1	
LSD <sub>CT×TD</sub> 5%			1,0	
Trung bình của công thức	Đối chứng	48,8	15,8 <sup>b</sup>	
	Gây úng	45,4	9,3 <sup>a</sup>	
LSD <sub>CT</sub> 5%			0,6	
Trung bình của thời điểm gây úng	Cây con	48,2	10,8 <sup>a</sup>	
	Ra hoa rộ	47,0	13,5 <sup>b</sup>	
	Quả chắc	46,2	13,3 <sup>b</sup>	
LSD <sub>TD</sub> 5%			0,7	

Trong cùng một nhóm, các giá trị trung bình có cùng mẫu tự thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê.



**Hình 3.** Ảnh hưởng của thời điểm úng đến độ rò rỉ ion của giống lạc L14 sau 10 ngày xử lý úng.

**3.9. Ảnh hưởng của thời điểm úng đến năng suất và mức suy giảm năng suất của giống lạc L14**

Khi ngập úng ở giai đoạn cây con, khối lượng 100 hạt khô của giống L14 chỉ đạt 47,2 g, trong khi đó khối lượng 100 hạt ở công thức đối chứng

cao hơn đạt 49,1 g (Bảng 6). Khối lượng 100 hạt còn suy giảm hơn nữa ở hai giai đoạn ra hoa rộ và quả chắc, lần lượt là 45,46 g và 43,56 g thấp hơn rất nhiều so với công thức đối chứng đạt lần lượt là 48,36 g và 48,78 g. Tuy nhiên, sự sai khác này không có ý nghĩa thống kê.

Trong khi đó, gây úng ở giai đoạn cây con đã

làm giảm số hoa dẫn đến giảm tỷ lệ đậu quả và ảnh hưởng đến năng suất, cụ thể ở đây là năng suất cá thể. Giống lạc L14 trong điều kiện tưới nước đầy đủ năng suất cá thể đạt 15,4 g/cây, trong điều kiện xử lý ứng năng suất cá thể giảm xuống chỉ còn 6,1 g/cây tương ứng với mức suy giảm năng suất cá thể 60,6%.

Tương tự, xử lý ứng ở giai đoạn ra hoa và quả chắc không những làm giảm khả năng đậu quả mà khối lượng hạt cũng bị ảnh hưởng. Mức độ suy giảm năng suất cá thể của giống lạc L14 so với công thức đối chứng lần lượt là 32% và 31,8%.

#### 4. Thảo Luận

Lạc (*Arachis hypogaea* L.) là một loại cây họ đậu cung cấp dầu và protein quan trọng cho con người (Bishi & ctv., 2015; Zhao & ctv., 2019). Ở Việt nam, do lượng mưa quá lớn gần đây tại khu vực miền Trung, nơi có diện tích canh tác lạc lớn trên cả nước đã hạn chế nghiêm trọng việc sản xuất lạc. Các nghiên cứu trước đây cho thấy hệ thống quang hợp của lá lạc bị ngập úng sẽ bị phá hủy, hạn chế tốc độ đồng hóa CO<sub>2</sub> và giảm hiệu quả quang hợp của lá. Các giai đoạn sinh trưởng mẫn cảm với ngập úng nhất của cây lạc là giai đoạn cây con, ra hoa và quả chắc làm giảm đáng kể số lượng quả trên cây và trọng lượng quả, và cuối cùng dẫn đến giảm năng suất lạc (Bishnoi & Krishnamoorthy, 1992; Zeng & ctv., 2020). Kết quả nghiên cứu ở đây cũng cho kết quả tương ứng với tác giả trên, giống lạc L14 đã suy giảm số quả/cây và năng suất cá thể tùy thuộc vào việc gây úng ở giai đoạn nào. Tuy nhiên kết quả suy giảm tổng số quả trên cây và tỷ lệ đậu quả trên đậu xanh của Nguyen & ctv. (2019) thấp hơn rất nhiều so với kết quả của chúng tôi trên giống lạc L14 này. Điều này chứng tỏ đường như cây lạc có khả năng chống chịu ngập úng tốt hơn so với các giống đậu xanh trong cùng điều kiện. Sự suy giảm năng suất cá thể trong nghiên cứu của chúng tôi cao nhất là khi gây úng ở giai đoạn cây con, tiếp sau là gây úng ở giai đoạn quả chắc và ra hoa. So sánh mức độ suy giảm năng suất ở 3 giai đoạn gây úng thấy rõ, gây úng dẫn đến mức suy giảm năng suất rất lớn đặc biệt là ở giai đoạn cây con 60,64%. Kết quả nghiên cứu trên cây đậu xanh của Nguyen & ctv. (2019) cũng đã cho thấy mức suy giảm hơn 60% về năng suất do ngập úng trên giống đậu xanh ĐX14.

Ngập úng đã làm giảm sinh trưởng và các chỉ tiêu sinh lý ở cả ba thời điểm ngập úng là chiều

cao cây, chiều dài cành cấp 1, số lá/cây, khối lượng tươi và khả năng tích lũy chất khô, khả năng hình thành nốt sần, chỉ số SPAD, hiệu suất huỳnh quang diệp lục. Cụ thể trong nghiên cứu này, chiều cao của giống lạc L14 đã bị giảm lần lượt là 4,7%, 5,8% và 10,2% qua các giai đoạn quả chắc, ra hoa rõ và cây con. Kết quả này thấp hơn hoặc tương đương với kết quả của Tian & ctv. (2021), cho thấy sự suy giảm chiều cao cây do ngập úng ở cây trồng nói chung là khoảng 10,68%. Ngập úng cũng làm suy giảm diện tích lá ở giống lạc L14 ở giai đoạn quả chắc và ra hoa rõ lần lượt là 12,8% và 19,1%, thấp hơn ngập úng ở cây trồng nói chung (22,89%) nhưng sự suy giảm ở giai đoạn cây con là 52,4% thì cao hơn rất nhiều (Tian & ctv., 2021). Duy nhất chỉ tiêu độ rò rỉ ion tăng lên (Hình 3) phản ánh mức độ stress ngập úng cây đang trải qua do sự tổn thương trên màng tế bào như tương tự nghiên cứu của Pereira & ctv. (2015). Bởi vì ngập úng dẫn đến stress oxy hóa do đó làm tăng hoạt động của các enzym tham gia vào quá trình thải độc do stress oxy hóa như enzym catalase và superoxide dismutase (Zeng & ctv., 2022). Thường các tác động của stress oxy hóa là làm tổn thương và chết tế bào. Song song với đó là sự suy giảm của SPAD và Fv/Fm như trong nghiên cứu này và nghiên cứu của Zeng & ctv. (2022) sẽ làm suy giảm nghiêm trọng khả năng quang hợp và do vậy sẽ dẫn đến suy giảm năng suất. Kết quả này cũng tương đồng với kết quả nghiên cứu trước đó trên đậu xanh của Pramod & ctv. (2013) và Nguyen & ctv. (2019).

#### 5. Kết Luận

Trong nghiên cứu này, ngập úng đã làm giảm khả năng sinh trưởng của giống lạc L14 như chiều cao cây, chiều dài và số cành cấp 1, số lá/cây, khối lượng tươi và khô của lá, thân và rễ, khả năng hình thành nốt sần. Bên cạnh đó, ngập úng cũng làm giảm một số chỉ tiêu sinh lý như chỉ số SPAD, hiệu suất huỳnh quang diệp lục, nhưng làm tăng độ rò rỉ ion. Từ những ảnh hưởng đến sinh trưởng và sinh lý rõ rệt đó, năng suất và các yếu tố cấu thành năng suất của giống lạc L14 đã bị suy giảm theo. Ngập úng ở giai đoạn cây con đã làm suy giảm năng suất là 60,3%, trong khi đó sự suy giảm năng suất ở hai giai đoạn còn lại xấp xỉ 31%. Gây úng ở giai đoạn cây con ảnh hưởng lớn đến sinh trưởng, sinh lý và năng suất hơn so với 2 giai đoạn còn lại.

## Lời Cam Đoan

Kết quả nghiên cứu này đã được sự nhất trí giữa các tác giả để nộp lên Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển, Trường Đại học Nông Lâm TP. HCM, TP. Hồ Chí Minh.

## Tài Liệu Tham Khảo (References)

- Aydogan, C., & Turhan, E. (2015). Changes in morphological and physiological traits and stress-related enzyme activities of green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes in response to waterlogging stress and recovery treatment. *Horticulture, Environment and Biotechnology* 56(3), 391-401. <https://doi.org/10.1007/s13580-015-0127-9>.
- Bishi, S. K., Lokesh, K., Mahatma, M. K., Khatediya, N., Chauhan, S. M., & Misra, J. B. (2015). Quality traits of Indian peanut cultivars and their utility as nutritional and functional food. *Food Chemistry* 167, 107-114. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.076>.
- Bishnoi, N. R., & Krishnamoorthy, H. N. (1992). Effect of waterlogging and gibberellic acid on leaf gas exchange in peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Journal of Plant Physiology* 139(4), 503-505. [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(11\)80502-X](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(11)80502-X).
- Gao, J., Su, Y., Yu, M., Huang, Y., Wang, F., & Shen, A. (2021). Potassium alleviates post-anthesis photosynthetic reductions in winter wheat caused by waterlogging at the stem elongation stage. *Frontiers in Plant Science* 11, 607475. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.607475>.
- Liu, D. W., Li, L., Zou, D. S., & Liu, F. (2009). Effect of waterlogging on growth and agronomic trait of different peanut varieties. *Chinese Journal of Eco-Agriculture* 17(5), 968-973. <https://doi.org/10.3724/SP.J.1011.2009.00968>.
- Nguyen, D. T., Vu, T. N., Le, C. T. T., Tran, T. A., Vu, L. N., Pham, X. T., & Nguyen, Q. N. (2019). Physiological response of mungbean under waterlogging conditions. *Journal of Vietnam Agricultural Science and Technology* 2(99), 80-87.
- Pereira, E. S., Silva, O. N., Filho, A. P., Felipe, J. P., Alves, G. A. R., & Lobato, A. K. S. (2015). Antioxidant enzymes efficiently control leaf and root cell damage in young *Euterpe oleracea* plants exposed to waterlogging. *Indian Journal of Plant Physiology* 20, 213-219. <https://doi.org/10.1007/s40502-015-0162-7>.
- Pramod, K., Madan, P., Rohit, J., & Sairam, R. K. (2013). Yield, growth and physiological responses of mungbean (*Vigna radiate* (L.) Wilczek) genotypes to waterlogging at vegetative stage. *Physiology Molecular Biology of Plants* 19, 209-220. <https://doi.org/10.1007/s12298-012-0153-3>.
- Schravendijk, H. W. V., & Andel, O. M. (1985). Interdependence of growth, water relations and abscisic acid level in *Phaseolus vulgaris* during waterlogging. *Physiologia Plantarum* 63(2), 215-220. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1985.tb01905.x>.
- Singh, B. P., Tucker, K. A., Sutton, J. D., & Bhardwaj, H. L. (1991). Flooding reduces gas exchange and growth of snap bean. *Horticultural Science* 26(4), 372-373. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.26.4.372>.
- Tian, L. X., Zhang, Y. C., Chen, P. L., Zhang, F. F., Li, J., Yan, F., Dong, Y., & Feng, B. L. (2021). How does the waterlogging regime affect crop yield? A global meta-analysis. *Frontiers in Plant Science* 12, 634898. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.634898>.
- Zaharah, H. (1986). Effect of flowding on vegetative and reproductive growth of roundnut. *MARDI Research Bulletin* 14(2), 112-118.
- Zeng, R., Cao, J., Li, X., Wang, X., Wang, Y., Yao, S., Gao, Y., Hu, J., Luo, M., Zhang, L., & Chen, T. (2022). Waterlogging tolerance and recovery capability screening in peanut: a comparative analysis of waterlogging effects on physiological traits and yield. *Peer J - Life and Environment* 10, 12741. <https://doi.org/10.7717/peerj.12741>.
- Zeng, R., Chen, L., Wang, X., Cao, J., Li, X., Xu, X., Xia, Q., Chen, T., & Zhang, L. (2020). Effect of waterlogging stress on dry matter accumulation, photosynthesis characteristics, yield, and yield components in three different ecotypes of peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Agronomy* 10(9), 1244. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091244>.
- Zhang, R. D., Zhou, Y. F., Yue, Z. X., Chen, X. F., Cao, X., Xu, X. X., Xing, Y. F., Jiang, B., Ai, X. Y., & Huang, R. D. (2019). Changes in photosynthesis, chloroplast ultrastructure, and antioxidant metabolism in leaves of sorghum under waterlogging stress. *Photosynthetica* 57(4), 1076-1083. <https://doi.org/10.32615/ps.2019.124>.
- Zhao, Y., Ma, J., Li, M., Deng, L., Li, G., Xia, H., Zhao, S., Hou, L., Li, P., Ma, C., Yuan, M., Ren, L., Gu, J., Guo, B., Zhao, C., & Wang, X. (2019). Whole-genome resequencing-based QTL-seq identified AhTc1 gene encoding a R2R3-MYB transcription factor controlling peanut purple testa colour. *Plant Biotechnology Journal* 18(1), 96-105. <https://doi.org/10.1111/pbi.13175>.