



DOI:10.22144/ctu.jos.2025.089

ẢNH HƯỞNG CỦA DƯỠNG CHẤT KALI VÀ TẦN SUẤT TƯỚI ĐẾN SINH TRƯỞNG VÀ NĂNG SUẤT CÂY BẮP LAI (*Zea mays* L.)

Lê Bảo Long¹, Trần Thị Bích Vân^{1*}, Trần Minh Toàn², Nguyễn Hoàng Kha¹ và Đinh Thị Hoa¹

¹Trường Nông Nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ, Việt Nam

²Chi cục Trồng trọt và Bảo vệ thực vật Thành phố Cần Thơ, Việt Nam

*Tác giả liên hệ (Corresponding author): trantbvan@ctu.edu.vn

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 04/11/2024

Sửa bài (Revised): 18/12/2024

Duyệt đăng (Accepted): 15/03/2025

Title: Effect of potassium nutrition and irrigation frequency on growth and yield of hybrid corn (*Zea mays* L.)

Author(s): Le Bao Long¹, Tran Thi Bich Van^{1*}, Tran Minh Toan², Nguyen Hoang Kha² and Dinh Thi Hoa¹

Affiliation(s): ¹College of Agriculture, Can Tho University, Viet Nam; ²Sub-department of Crop Production and Plant Protection of Can Tho City, Viet Nam

TÓM TẮT

Đề tài được thực hiện nhằm mục tiêu đánh giá hiệu quả của dưỡng chất K đến sinh trưởng và năng suất của cây bắp lai ở các tần suất tưới khác nhau. Thí nghiệm được thực hiện tại Trại Nghiên cứu và Thực nghiệm Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ từ tháng 6 năm 2023 đến tháng 10 năm 2023. Thí nghiệm được bố trí theo kiểu khối hoàn toàn ngẫu nhiên gồm 12 nghiệm thức là 3 mức độ bón K₂O (64, 80 và 96 kg/ha) kết hợp 4 tần suất tưới (2, 4, 6 và 8 ngày/lần). Kết quả thí nghiệm cho thấy việc bón 64 kg K₂O/ha ở tần suất tưới 2 ngày/lần (ẩm độ đất 70,4 - 72,7%) bắp ngọt lai F1 Honey 10 có sinh trưởng và năng suất cao tương đương với bón 80 và 96 kg K₂O/ha. Ở tần suất tưới 4 ngày/lần (ẩm độ đất từ 55,6 đến 59,1%), việc bón 80 và 96 kg K₂O/ha có hiệu quả duy trì sinh trưởng và năng suất cây bắp lai. Cây bắp ở tần suất tưới 6 và 8 ngày/lần, bón K₂O ở liều lượng 64, 80 và 96 kg/ha có chiều cao cây, chỉ số diệp lục tố, độ dẫn khí khổng, thành phần năng suất và năng suất bắp đều giảm.

Từ khóa: Bắp lai, độ dẫn khí khổng, năng suất, phân kali, sinh trưởng, tần suất tưới

ABSTRACT

The project evaluated the impact of potassium nutrients on the growth and yield of hybrid corn under different irrigation frequencies. The experiment was conducted at the Agricultural Farm Unit, College of Agriculture, Can Tho University, from June 2023 to October 2023. The experiment was arranged in a completely randomized block design with 12 treatments consisting of 3 levels of K₂O fertilization (64, 80 and 96 kg/ha) combined with 4 irrigation frequencies (2, 4, 6 and 8 days/time). The results showed that the application of 64 kg K₂O/ha at watering frequency of 2 days/time (soil moisture 70.4 - 72.7%) of F1 Honey 10 hybrid corn had high growth and yield compatible with the amounts of 80 and 96 kg K₂O/ha. At watering frequency of 4 days/time (soil moisture from 55.6 - 59.1%), the amounts of 80 and 96 kg K₂O/ha was effective in maintaining the growth and yield of hybrid corn as watering frequency of 2 days/time. At watering frequencies of 6 and 8 days/time, the amount of 64, 80 and 96 kg K₂O/ha reduced plant height, chlorophyll index, stomatal conductance, yield components and yield.

Keywords: Growth, hybrid corn, irrigation frequency, potassium fertilizer, stomatal conductance, yield

1. GIỚI THIỆU

Việt Nam là nước nằm trong nhóm các quốc gia chịu tác động nặng nề của biến đổi khí hậu, đặc biệt là đồng bằng sông Cửu Long đã và đang gánh chịu những tác động tiêu cực như hạn hán kéo dài, cạn kiệt nguồn nước (Doan, 2014), đây là một trong những nguyên nhân làm giảm năng suất cây trồng. Cây bắp là cây trồng cần nhiều nước ở giai đoạn sinh trưởng, khi cây bị thiếu nước lá thường cuộn tròn và chuyển sang màu vàng xám, tùy vào thời gian và mức độ nghiêm trọng của thiếu nước có thể dẫn đến số lượng hạt ít và năng suất thấp hơn (McFadden et al., 2022). Bình quân một cây bắp trong vòng đời cần phải có 70 - 100 lít nước để sinh trưởng và phát triển. Nhu cầu về nước của cây bắp thay đổi theo từng thời kỳ sinh trưởng (Nguyễn et al., 2017). Theo Nguyễn et al. (2000) cây bắp cần nhiều nước và phát triển thuận lợi, cho năng suất cao trong điều kiện ẩm độ cao, nhất là giai đoạn từ 7 đến 9 lá đến giai đoạn trổ cờ. Bắp cần nhiều nước nhất là ở giai đoạn trổ và tạo hạt, từ 10 ngày trước khi trổ và 20 ngày sau khi trổ, lúc này mỗi ngày cây bắp có thể hấp thu 2 lít nước. Tổng lượng nước trong giai đoạn này có thể lên đến 50% nhu cầu toàn vụ. Thiếu nước lúc trổ có thể làm giảm năng suất 30 - 50%. Trong điều kiện khô hạn, kali (K) là một trong những chất dinh dưỡng thiết yếu cho cây trồng, đóng vai trò quan trọng trong quá trình sinh trưởng và phát triển, trao đổi chất và hình thành năng suất của cây (Marschner and Marschner, 2011), gia tăng hiệu quả sử dụng nước và độ dẫn của khí khổng (He et al., 2014; Saud et al., 2014), quang hợp và hoạt động ATPase (Waraich et al., 2011), cũng như ổn định tính thấm thấu của màng tế bào (Garg et al., 2004). Kali giúp cây trồng tăng khả năng chịu hạn thông qua việc điều hòa khí khổng, cân bằng ion và tổng hợp protein (Martineau et al., 2017). Theo Nguyễn (2007), lượng phân kali bón cho cây bắp phải tùy thuộc vào đất, giống và thời vụ. Đối với giống chín sớm được trồng trên đất phù sa thì lượng kali cần bón từ 60 đến 90 kg K₂O/ha. Hiện nay, ở nước ta có rất ít nghiên cứu được công bố về việc bón K để duy trì sự sinh trưởng và năng suất của cây bắp lai trong điều kiện hạn chế nước tưới. Do đó, mục tiêu được đặt ra trong nghiên cứu là xác định hiệu quả của dưỡng chất K đến sinh trưởng và năng suất của cây bắp lai ở các tần suất tưới khác nhau.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Thí nghiệm được thực hiện tại Trại Nghiên cứu và Thực nghiệm Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ từ tháng 6 năm 2023 đến tháng 10 năm 2023. Nhiệt độ trung bình trong thời gian thí nghiệm từ 27,6 đến 29,6°C, độ ẩm không khí trung bình từ 80 đến 85% (đo bằng máy TR-74Ui-S).

Giống bắp: Giống bắp ngọt lai F1 Honey 10, thời gian sinh trưởng 65 - 75 ngày ở nhiệt độ 30 - 35°C, trái dài 20 - 22 cm, đường kính bắp 5,2 cm, năng suất 18 - 20 tấn/ha, chất lượng trái ngọt và mềm.

Mật độ trồng: 5 cây/m² (khoảng cách 50 x 40 cm, 50.000 cây/ha).

Phân bón: đạm (Urea, 46% N), lân (DAP, 18% N-46% P₂O₅), kali (KCl, 60% K₂O).

Đất thí nghiệm: có sa cấu sét 50,3%, thịt 39,8% và cát 9,90% (xác định bằng phương pháp ống hút Robinson), được phân loại là đất sét pha thịt (USDA, 1984).

Nhà màng: được che kín nylon để tránh thời tiết như mưa, gió ảnh hưởng đến điều kiện thí nghiệm.

2.2. Phương pháp

2.2.1. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí theo thể thức khối hoàn toàn ngẫu nhiên gồm 12 nghiệm thức, mỗi nghiệm thức lặp lại 4 lần, mỗi lần 1 m² (tổng diện tích thí nghiệm là 48 m²).

NT1: 64 kg K₂O/ha + tưới 2 ngày/lần

NT2: 64 kg K₂O/ha + tưới 4 ngày/lần

NT3: 64 kg K₂O/ha + tưới 6 ngày/lần

NT4: 64 kg K₂O/ha + tưới 8 ngày/lần

NT5: 80 kg K₂O/ha + tưới 2 ngày/lần

NT6: 80 kg K₂O/ha + tưới 4 ngày/lần

NT7: 80 kg K₂O/ha + tưới 6 ngày/lần

NT8: 80 kg K₂O/ha + tưới 8 ngày/lần

NT9: 96 kg K₂O/ha + tưới 2 ngày/lần

NT10: 96 kg K₂O/ha + tưới 4 ngày/lần

NT11: 96 kg K₂O/ha + tưới 6 ngày/lần

NT12: 96 kg K₂O/ha + tưới 8 ngày/lần

Thí nghiệm được thực hiện trong nhà màng, đất được phân thành từng lô, mỗi lô là 1 m², bạt nylon

được dùng để tấn xung quanh (độ sâu 0,5 m) để ngăn nước thấm từ lô này sang lô thí nghiệm khác (Hình 1).



Hình 1 Các thí nghiệm thực địa

Giai đoạn xử lý tần suất tưới: Khi cây bắt được 25 ngày tuổi, thí nghiệm tạo khô hạn được tiến hành bằng cách 2, 4, 6 và 8 ngày mới tưới nước 1 lần (theo các thí nghiệm thực địa), tưới vào thời điểm 8 – 9 giờ sáng, mỗi lần tưới là 5 L/l m².

Các thời điểm bón phân: Công thức phân 200 N-80 P₂O₅ được áp dụng chung cho tất cả các thí nghiệm thực địa. Phân K được bón theo từng thí nghiệm thực địa. Trong suốt quá trình thí nghiệm, lượng phân bón được chia ra làm 4 lần bón, phân được hòa tan đều vào nước rồi tưới cho mỗi thí nghiệm thực địa như sau: bón lót (trước khi trồng 2 ngày): $\frac{1}{2}$ P₂O₅ + $\frac{1}{4}$ K₂O, 10 ngày sau khi trồng (NKST): $\frac{1}{4}$ N + $\frac{1}{4}$ P₂O₅ + $\frac{1}{4}$ K₂O, 20 NSKT: $\frac{1}{2}$ N + $\frac{1}{4}$ P₂O₅, 35 - 42 NSKT: $\frac{1}{4}$ N + $\frac{1}{4}$ K₂O (bón phân cùng với thời điểm bố trí tần suất tưới).

Chăm sóc: Giai đoạn từ 0 đến 25 NSKT, các thí nghiệm thực địa được tưới nước mỗi ngày 1 lần để cây sinh trưởng tốt. Khi cây bắt ra chồi nhánh (20 - 25 NSKT), thì tiến hành tỉa bỏ 100% chồi nhánh để tập trung dinh dưỡng nuôi cây chính. Khi bắt trở cờ, phun râu (45-55 NSKT) tỉa bỏ các trái bắp phụ được thực hiện để mỗi cây 1 trái bắp.

Thu hoạch: khi các hạt bắp căng đều có màu vàng cam, râu hơi chớm héo thì thu hoạch (75 NSKT).

2.2.2. Các chỉ tiêu theo dõi

Chỉ tiêu nông học:

Âm độ đất (%): đo độ ẩm đất được tiến hành vào thời điểm từ 8 đến 9 giờ sáng, trước khi tưới nước của từng thí nghiệm thực địa (giai đoạn 45 - 55 NSKT) bằng máy Takemura DM15, mỗi thí nghiệm thực địa đo 5 vị trí theo đường chéo góc, sau đó lấy giá trị trung bình;

Chỉ số diệp lục tố lá (SPAD): chỉ số SPAD được đo ở giai đoạn 25 và 55 NSKT bằng máy SPAD, đo 01 lá/cây (đo lá thứ 3 từ trên xuống và đo ở giữa lá), đo toàn bộ số cây của mỗi thí nghiệm thực địa sau đó tính giá trị trung bình);

Độ dẫn khí khổng (mmol/m²s): độ dẫn khí khổng được đo vào thời điểm 8 - 9 giờ sáng, trước khi tưới nước của từng thí nghiệm thực địa (giai đoạn 45 - 55 NSKT) bằng máy đo Leaf Promometer, đo 01 lá/cây (đo lá thứ 3 từ trên xuống và đo ở giữa lá), đo toàn bộ số cây của mỗi thí nghiệm thực địa, sau đó tính giá trị trung bình;

Chỉ tiêu sinh trưởng: chỉ tiêu này được xác định vào thời điểm 25 NSKT (thời điểm bắt đầu xử lý khô hạn theo các tần suất tưới) và 55 NSKT (giai đoạn bắp đã trở cờ, phun râu) gồm:

Chiều cao cây (cm): thước đo được sử dụng để đo chiều cao của cây trong mỗi thí nghiệm thực địa, đo từ sát mặt đất lên tới chót lá cao nhất trên cùng, đo 5 cây cho mỗi thí nghiệm thực địa;

Số lá (lá/cây): số lá của 5 cây ở mỗi thí nghiệm thực địa được tiến hành đếm, sau đó lấy giá trị trung bình;

Sinh khối tươi cây bắp (g): khối lượng tươi của cây bắp khi thu hoạch được cân (bao gồm cả rễ, thân, lá), sau đó chúng được cắt thành đoạn nhỏ và cân khối lượng của 5 cây ở mỗi thí nghiệm thực địa, sau đó lấy giá trị trung bình.

Thành phần năng suất: Mỗi thí nghiệm thực địa thu 5 trái giai đoạn thu hoạch (75 NSKT) để ghi nhận các chỉ tiêu: chiều dài trái (cm), đường kính trái (cm), số hàng/trái (hàng), số hạt/hàng (hạt), sinh khối cây bắp tươi (g): rễ, thân, lá cây được cân khi thu hoạch, mỗi thí nghiệm thực địa cân 5 cây, sau đó lấy giá trị trung bình, khối lượng trái bắp (g), năng suất bắp (tấn/ha, được tính bằng cách lấy khối lượng trái bắp x mật độ trồng/1m² x 10.000 m²).

2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu thí nghiệm được xử lý thống kê bằng phần mềm SPSS 22.0, phương sai được phân tích bằng ANOVA để phát hiện sự khác biệt giữa các thí nghiệm thực địa bằng phép thử Duncan.

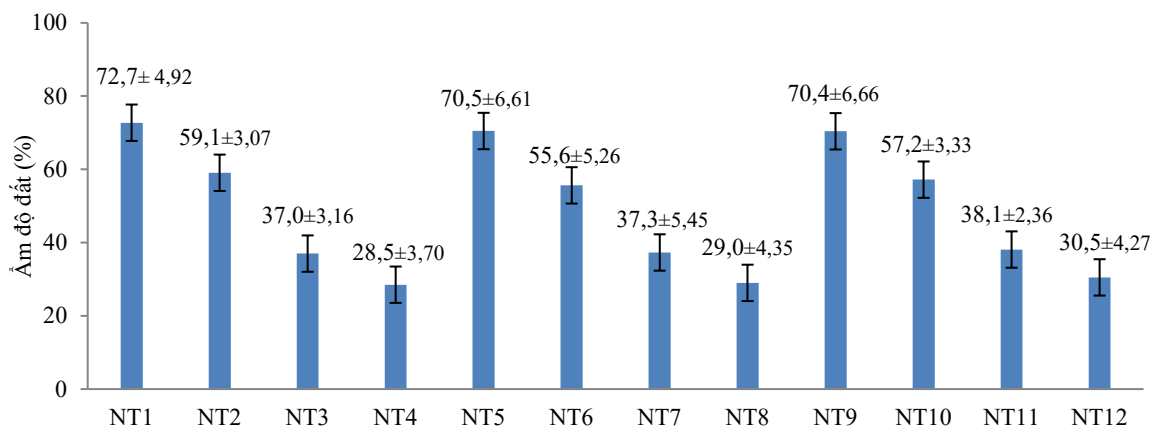
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Âm độ đất

Kết quả được trình bày ở Hình 2 cho thấy âm độ đất càng giảm khi khoảng cách giữa 2 lần tưới càng xa. Các thí nghiệm thực địa được tưới nước 2 ngày/lần có âm độ đất dao động từ 70,4 đến 72,7%, khi được tưới nước 4 ngày/lần có âm độ đất biến thiên từ 55,6 đến 59,1% và khi được tưới nước 6 ngày/lần có âm

độ đất biến thiên từ 37,0 đến 38,1% và thấp nhất là các nghiệm thức tưới 8 ngày/ lần (28,5 - 30,5%). Như vậy, ở tần suất tưới 4 - 8 ngày/lần đều có ẩm độ đất thấp hơn yêu cầu tối thiểu cây bắp cần nên cây bắp ở các nghiệm thức này có lá bị cuộn lại, quá trình cuộn xuất hiện vào giữa trưa và hồi phục vào buổi tối (Hình 3). Theo Nguyen (2006), giai đoạn

bắp này mầm tới lúc bắp có 7 - 9 lá cần độ ẩm đất 65 - 70%, giai đoạn bắp có 7 - 9 lá đến lúc bắp trở cờ yêu cầu độ ẩm đất thích hợp 75 - 80%, giai đoạn trở cờ, tung phấn và phun râu cần độ ẩm đất thích hợp từ 75 đến 80%, giai đoạn từ chín sữa đến thu hoạch yêu cầu độ ẩm đất 60 - 70%.



Hình 2. Ẩm độ đất ở các mức độ bón kali và tần suất tưới khác nhau (giai đoạn 45 – 55 NSKT)

Ghi chú: NT1: bón 64 kg K₂O + tưới 2 ngày/lần, NT2: bón 64 kg K₂O + tưới 4 ngày/lần, NT3: bón 64 kg K₂O + tưới 6 ngày/lần, NT4: bón 64 kg K₂O + tưới 8 ngày/lần, NT5: bón 80 kg K₂O + tưới 2 ngày/lần, NT6: bón 80 kg K₂O + tưới 4 ngày/lần, NT7: bón 80 kg K₂O + tưới 6 ngày/lần, NT8: bón 80 kg K₂O + tưới 8 ngày/lần, NT9: bón 96 kg K₂O + tưới 2 ngày/lần, NT10: bón 96 kg K₂O + tưới 4 ngày/lần, NT11: bón 96 kg K₂O + tưới 6 ngày/lần, NT12: bón 96 kg K₂O + tưới 8 ngày/lần



Hình 3. (A) Lá bắp cuộn lại vào buổi trưa, (B) và (C) lá bắp phục hồi

3.2. Chỉ số diệp lục tố (SPAD)

Kết quả được trình bày ở Bảng 1 cho thấy không có sự khác biệt về chỉ số diệp lục tố trong lá giữa các nghiệm thức ở giai đoạn 25 NSKT, do giai đoạn này mới bắt đầu tiến hành tạo khô hạn nên các chỉ số SPAD của cây bắp giai đoạn này đều đồng nhất với nhau. Giai đoạn 55 NSKT, các nghiệm thức được bón 64 - 90 kg K₂O/ha kết hợp tưới nước 2 ngày/lần có chỉ số SPAD cao hơn các nghiệm thức còn lại, ngoại trừ 2 nghiệm thức có tần suất tưới 4 ngày/lần

ở các liều lượng bón 80 và 96 kg K₂O/ha. Việc bón 80 và 96 kg K₂O/ha ở tần suất tưới 8 ngày/lần có hiệu quả duy trì chỉ số SPAD tương đương với các nghiệm thức bón kali ở tần suất tưới 6 ngày/lần và bón 64 kg K₂O/ha ở tần suất tưới 4 ngày/lần. Một trong những tác động điển hình của khô hạn đối với cây trồng là sự hình thành mạnh mẽ các dạng oxy hoạt hóa (reactive oxygen species – ROS). Sự gia tăng ROS ở cây trồng trong điều kiện bất lợi có thể là do giảm hàm lượng CO₂, do đó quá trình quang hợp bị suy yếu và quá trình chuyển hóa carbohydrate

cũng bị ảnh hưởng (Ashley et al., 2006). Trong điều kiện khô hạn, cây hấp thụ nhiều kali hơn, hàm lượng K^+ trong cây cao sẽ duy trì cố định CO_2 trong quá trình quang hợp (Mengel, 2007). Theo Song et al. (2019) nước trong đất không đủ để cung cấp cho bắp sẽ ảnh hưởng đến hoạt động trao đổi chất, giảm hàm lượng diệp lục trong lá, giảm tỷ lệ quang hợp dẫn đến giảm tích lũy sinh khối và cuối cùng dẫn đến giảm năng suất bắp. Khi nghiên cứu trên cây bắp, Zhao et al. (2016) cũng nhận thấy K giúp gia tăng hàm lượng diệp lục tố trong lá.

3.3. Độ dẫn khí khổng

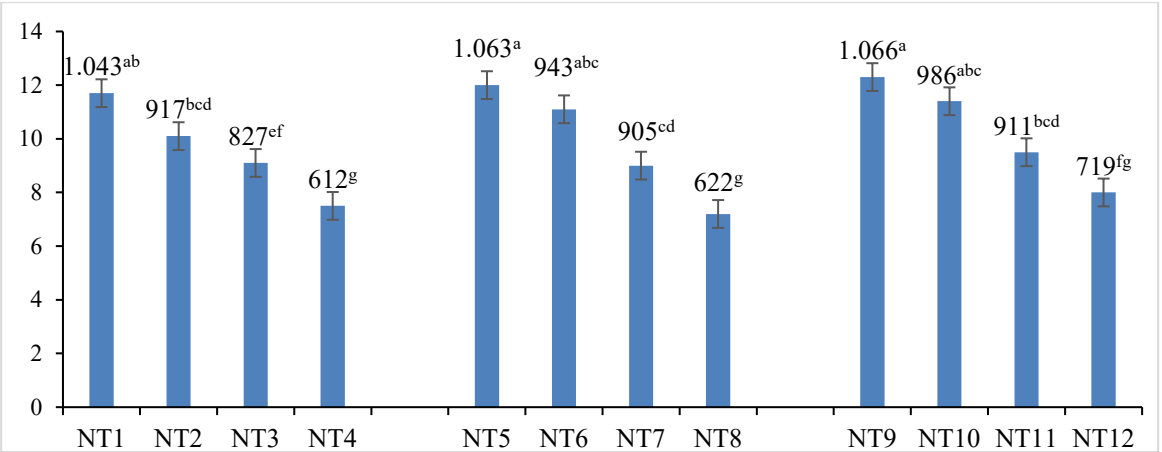
Kết quả được trình bày ở Hình 4 cho thấy độ dẫn khí khổng giai đoạn cây bắp trở cò phun râu có sự khác biệt ý nghĩa qua phân tích thống kê giữa các nghiệm thức. Kali được bón với liều lượng 80 và 96 kg K_2O/ha ở tần suất tưới nước 4 ngày/lần có hiệu quả duy trì độ dẫn khí khổng tương đương với các nghiệm thức tưới nước 2 ngày/lần. Tương tự, ở tần suất tưới 6 ngày/lần kết hợp bón 80 và 96 K_2O/ha có hiệu quả duy trì độ dẫn khí khổng tương đương với

các nghiệm thức tưới nước 4 ngày/lần. Tuy nhiên, ở tần suất tưới 8 ngày/lần (có ẩm độ đất quá thấp từ 28,5 đến 30,5%), việc bón kali không có hiệu quả duy trì độ dẫn khí khổng, nhưng bón 96 kg K_2O/ha thì độ dẫn khí khổng có xu hướng cao hơn bón 64 và 80 kg K_2O/ha . Theo Nemeskeri et al. (2015), phản ứng đầu tiên của hầu hết các thực vật bị hạn hán nghiêm trọng là đóng khí khổng để ngăn ngừa mất nước. Trong điều kiện khô hạn, bón kali sẽ làm tăng diện tích bề mặt rễ, từ đó tăng cường khả năng hấp thụ nước của tế bào thực vật (Römheld & Kirkby, 2010). Việc điều hòa khí khổng thích hợp giúp cây trồng không bị gián đoạn trong quá trình quang hợp, vận chuyển nước và chất dinh dưỡng. Khi cây trồng hấp thu đủ K^+ , các tế bào bảo vệ khí khổng sẽ phồng lên do hấp thụ nước, sau đó khí khổng mở ra và cho phép khí di chuyển giữa cây và môi trường, đồng thời quá trình bốc thoát hơi nước cũng diễn ra. Trong điều kiện thiếu nước, K^+ được bơm ra khỏi tế bào bảo vệ và khí khổng đóng lại (Thomas & Thomas, 2009). Zhao et al. (2001) cũng nhận thấy bổ sung K làm tăng độ dẫn khí khổng.

Bảng 1. Chỉ số diệp lục tố (SPAD) giai đoạn 25 và 55 NSKT

Nghiệm thức (kg K_2O/ha)	Ngày sau khi trồng	
	25	55
64 kg K_2O/ha + tưới 2 ngày/lần	50,1	48,9 ^a
64 kg K_2O/ha + tưới 4 ngày/lần	52,2	45,4 ^{bc}
64 kg K_2O/ha + tưới 6 ngày/lần	50,8	44,0 ^c
64 kg K_2O/ha + tưới 8 ngày/lần	51,4	40,5 ^d
80 kg K_2O/ha + tưới 2 ngày/lần	51,8	49,5 ^a
80 kg K_2O/ha + tưới 4 ngày/lần	50,5	47,7 ^{ab}
80 kg K_2O/ha + tưới 6 ngày/lần	50,5	44,8 ^{bc}
80 kg K_2O/ha + tưới 8 ngày/lần	49,1	42,8 ^{cd}
96 kg K_2O/ha + tưới 2 ngày/lần	50,3	50,7 ^a
96 kg K_2O/ha + tưới 4 ngày/lần	50,9	49,3 ^a
96 kg K_2O/ha + tưới 6 ngày/lần	51,1	44,9 ^{bc}
96 kg K_2O/ha + tưới 8 ngày/lần	50,6	44,6 ^{bc}
TB	50,9	-
Mức ý nghĩa	ns	**
CV. (%)	4,30	4,40

Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì có khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 1%(**), ns: không khác biệt ý nghĩa thống kê



Hình 4 Độ dẫn khí khổng (mmol/m²s) lá bắp (giai đoạn 45 - 55 NSKT)

Ghi chú: NT1: bón 64 kg K₂O + tưới 2 ngày/lần, NT2: bón 64 kg K₂O + tưới 4 ngày/lần, NT3: bón 64 kg K₂O + tưới 6 ngày/lần, NT4: bón 64 kg K₂O + tưới 8 ngày/lần, NT5: bón 80 kg K₂O + tưới 2 ngày/lần, NT6: bón 80 kg K₂O + tưới 4 ngày/lần, NT7: bón 80 kg K₂O + tưới 6 ngày/lần, NT8: bón 80 kg K₂O + tưới 8 ngày/lần, NT9: bón 96 kg K₂O + tưới 2 ngày/lần, NT10: bón 96 kg K₂O + tưới 4 ngày/lần, NT11: bón 96 kg K₂O + tưới 6 ngày/lần, NT12: bón 96 kg K₂O + tưới 8 ngày/lần.

3.4. Sự sinh trưởng của cây bắp

3.4.1. Chiều cao cây bắp

Kết quả được trình bày ở Bảng 2 cho thấy giai đoạn 25 NSKT chiều cao cây khác biệt không có ý nghĩa qua phân tích thống kê, giai đoạn này mới bắt đầu tiến hành xử lý khô hạn nên chiều cao cây đồng nhất giữa các nghiệm thức. Ở giai đoạn 55 NSKT,

nghiệm thức được bón từ 80 đến 96 kg K₂O/ha ở tần suất tưới 2 ngày/lần có chiều cao cây là 241 và 244 cm, cao hơn các nghiệm thức bón kali từ 64-96 kg/ha ở tần suất tưới 6 và 8 ngày/lần, nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê với các nghiệm thức bón 64 kg K₂O /ha ở tần suất tưới 2 ngày/lần và các nghiệm thức bón kali ở tần suất tưới 4 ngày/lần.

Bảng 2. Chiều cao cây bắp (cm) giai đoạn 25 và 55 NSKT

Nghiệm thức	Ngày sau khi gieo	
	25	55
64 kg K ₂ O/ha + tưới 2 ngày/lần	79,8	235 ^{abc}
64 kg K ₂ O/ha + tưới 4 ngày/lần	80,8	218 ^{a-d}
64 kg K ₂ O/ha + tưới 6 ngày/lần	80,7	199 ^{cd}
64 kg K ₂ O/ha + tưới 8 ngày/lần	80,9	190 ^d
80 kg K ₂ O/ha + tưới 2 ngày/lần	81,5	241 ^{ab}
80 kg K ₂ O/ha + tưới 4 ngày/lần	82,2	213 ^{a-d}
80 kg K ₂ O/ha + tưới 6 ngày/lần	87,2	205 ^{cd}
80 kg K ₂ O/ha + tưới 8 ngày/lần	78,7	201 ^{cd}
96 kg K ₂ O/ha + tưới 2 ngày/lần	87,4	244 ^a
96 kg K ₂ O/ha + tưới 4 ngày/lần	82,3	234 ^{abc}
96 kg K ₂ O/ha + tưới 6 ngày/lần	77,1	203 ^{cd}
96 kg K ₂ O/ha + tưới 8 ngày/lần	77,7	202 ^{cd}
TB	80,6	-
Mức ý nghĩa	ns	*
CV. (%)	9,0	9,93

Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì có khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5% (*), ns: không khác biệt ý nghĩa thống kê

Theo Song et al. (2019), lượng nước trong đất không đủ để cung cấp cho cây bắp thì các hoạt động trao đổi chất sẽ giảm, từ đó làm giảm sinh trưởng

cây bắp đáng kể. Grzebisz et al. (2013) cho rằng quản lý dinh dưỡng K trong điều kiện thiếu nước ở cây bắp giúp cây tăng khả năng chống chịu với tình

trạng thiếu nước tạm thời. Khi cây bị thiếu nước nếu được cung cấp K hợp lý sẽ làm tăng khả năng hút nước của tế bào rễ, hỗ trợ quá trình tăng trưởng của cây.

3.4.2. Số lá bắp

Tương tự chiều cao cây, số lá/cây giai đoạn 25 NSKT khác biệt không có ý nghĩa qua phân tích thống kê, do giai đoạn này mới bắt đầu tiến hành xử lý khô hạn nên số lá bắp/cây đồng nhất giữa các nghiệm thức. Giai đoạn 55 NSKT, các nghiệm thức ở tần suất tưới 4 - 6 ngày/lần có số lá/cây tương đương với nghiệm thức tưới nước 2 ngày/lần, ngoại trừ nghiệm thức bón 96 kg K₂O/ha. Việc bón 80 - 96 kg K₂O/ha ở tần suất tưới 8 ngày/lần có hiệu quả duy trì số lá bắp tương đương với nghiệm thức bón 64-80 kg K₂O/ha ở tần suất tưới 2 ngày/lần (Bảng 3).

3.4.3. Sinh khối tươi cây bắp

Sinh khối tươi của cây bắp có sự khác biệt qua phân tích thống kê giữa các nghiệm thức ở mức ý nghĩa 1%. Nghiệm thức bón 96 kg K₂O/ha ở tần suất tưới 4 ngày/lần có sinh khối cây bắp tươi cao tương đương với các nghiệm thức bón kali ở tần suất tưới 2 ngày/lần. Việc bón 80 - 96 kg K₂O/ha ở tần suất tưới 8 ngày/lần có hiệu quả duy trì sinh khối bắp tương đương với nghiệm thức bón 64-80 kg K₂O/ha ở tần suất tưới 6 ngày/lần và nghiệm thức bón 64 kg

K₂O/ha ở tần suất tưới 4 ngày/lần (Bảng 3). Amanullah et al. (2016) cho rằng bón kali qua lá và đất đã cải thiện sinh trưởng, năng suất và các thành phần năng suất của bắp trong điều kiện khô hạn.

3.5. Thành phần năng suất và năng suất

3.5.1. Số hạt/hàng và số hàng/trái

Kết quả được trình bày ở Bảng 4 cho thấy số hạt/hàng ở các nghiệm thức khác biệt có ý nghĩa qua phân tích thống kê. Các nghiệm thức có tần suất được tưới 2 ngày/lần ở cả 3 liều lượng K₂O bón và nghiệm thức tần suất tưới 4 ngày/lần + bón 80 và 96 kg K₂O/ ha có số hạt/hàng cao hơn so với các nghiệm thức còn lại. Điều này chứng tỏ việc có hiệu quả cải thiện số hạt/hàng, Shahzad et al. (2017) cũng nhận thấy khi bổ sung K đã làm tăng đáng kể nồng độ K trong lá và tăng số hạt/trái ở các nghiệm thức xử lý khô hạn. Theo Edmeades et al. (2000), nếu khô hạn xảy ra trong thời gian tạo hạt, bắp sẽ có ít hàng hạt và các hàng không có nhiều hạt. Theo Nguyen (2006), trong suốt quá trình sinh trưởng và phát triển cây bắp đều yêu cầu ẩm độ đất cao để đảm bảo năng suất, giai đoạn trổ cờ, tung phấn, phun râu cần độ ẩm đất thích hợp từ 75 đến 80%. Mặc dù có ảnh hưởng đến số hạt/hàng nhưng lượng K₂O bón không ảnh hưởng đến số hàng/trái, các nghiệm thức có số hàng/trái dao động từ 14,1 đến 15,2 (Bảng 4).

Bảng 3. Số lá cây bắp giai đoạn 25 và 55 NSKT và khối lượng cây bắp (g) giai đoạn thu hoạch

Nghiệm thức	Ngày sau khi gieo		Sinh khối tươi cây bắp (g)
	25	55	
64 kg K ₂ O/ha + tưới 2 ngày/lần	4,00	12,4 ^{ab}	419 ^{ab}
64 kg K ₂ O/ha + tưới 4 ngày/lần	3,85	11,8 ^{bc}	331 ^{cd}
64 kg K ₂ O/ha + tưới 6 ngày/lần	3,85	12,0 ^{bc}	321 ^{cd}
64 kg K ₂ O/ha + tưới 8 ngày/lần	3,75	11,4 ^c	234 ^e
80 kg K ₂ O/ha + tưới 2 ngày/lần	3,95	12,5 ^{ab}	431 ^{ab}
80 kg K ₂ O/ha + tưới 4 ngày/lần	3,75	12,1 ^{bc}	369 ^{bc}
80 kg K ₂ O/ha + tưới 6 ngày/lần	3,75	12,0 ^{bc}	330 ^{cd}
80 kg K ₂ O/ha + tưới 8 ngày/lần	3,80	11,8 ^{bc}	295 ^{de}
96 kg K ₂ O/ha + tưới 2 ngày/lần	3,90	12,9 ^a	481 ^a
96 kg K ₂ O/ha + tưới 4 ngày/lần	3,85	12,3 ^{bc}	429 ^{ab}
96 kg K ₂ O/ha + tưới 6 ngày/lần	3,70	11,9 ^{bc}	335 ^{cd}
96 kg K ₂ O/ha + tưới 8 ngày/lần	3,75	11,9 ^{bc}	294 ^{de}
TB	3,83	-	-
Mức ý nghĩa	ns	*	**
CV. (%)	7,50	4,10	11,7

Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì có khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 1% (**), 5% (*), ns: không khác biệt ý nghĩa thống kê

Bảng 4. Số hạt/hàng và số hàng/trái bắp giai đoạn thu hoạch

Nghiem thức	Số hạt/hàng (hạt)	Số hàng/trái (hàng)
64 kg K ₂ O/ha + tưới 2 ngày/lần	24,8 ^a	15,2
64 kg K ₂ O/ha + tưới 4 ngày/lần	19,9 ^{bc}	14,1
64 kg K ₂ O/ha + tưới 6 ngày/lần	18,3 ^{bc}	14,3
64 kg K ₂ O/ha + tưới 8 ngày/lần	17,7 ^c	14,3
80 kg K ₂ O/ha + tưới 2 ngày/lần	26,3 ^a	14,9
80 kg K ₂ O/ha + tưới 4 ngày/lần	24,5 ^a	15,1
80 kg K ₂ O/ha + tưới 6 ngày/lần	20,9 ^b	14,8
80 kg K ₂ O/ha + tưới 8 ngày/lần	18,3 ^{bc}	14,5
96 kg K ₂ O/ha + tưới 2 ngày/lần	26,2 ^a	14,5
96 kg K ₂ O/ha + tưới 4 ngày/lần	24,5 ^a	14,9
96 kg K ₂ O/ha + tưới 6 ngày/lần	19,9 ^{bc}	14,5
96 kg K ₂ O/ha + tưới 8 ngày/lần	19,2 ^{bc}	14,3
TB	-	14,6
Mức ý nghĩa	**	ns
CV. (%)	7,96	6,48

Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì có khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 1% (**), ns: không khác biệt ý nghĩa thống kê

3.5.2. Kích thước trái bắp

Tình trạng thiếu nước trong quá trình hình thành trái đã làm cho sự phát triển của trái bị ảnh hưởng, trái phát triển không đều. Kết quả được thể hiện ở Bảng 5 cho thấy chiều dài trái bắp có sự khác biệt ý nghĩa 5% qua phân tích thống kê giữa các nghiệm thức, chiều dài trái ở các nghiệm thức có tần suất tưới 2 – 4 ngày/lần ở cả 3 liều lượng bón K₂O cao

tương đương nhau. Tất cả các nghiệm thức có tần suất tưới 6 và 8 ngày/lần đều có chiều dài trái giảm so với các nghiệm thức có tần suất tưới 2 ngày/lần, nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức ở tần suất tưới 4 ngày/lần. Đường kính trái bắp khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức, đường kính trái bắp trung bình là 4,22 cm (Bảng 5).

Bảng 5. Kích thước (cm) của trái bắp giai đoạn thu hoạch

Nghiem thức	Chiều dài trái (cm)	Đường kính trái (cm)
64 kg K ₂ O/ha + tưới 2 ngày/lần	16,1 ^{ab}	4,4
64 kg K ₂ O/ha + tưới 4 ngày/lần	16,0 ^{ab}	4,2
64 kg K ₂ O/ha + tưới 6 ngày/lần	12,8 ^b	4,2
64 kg K ₂ O/ha + tưới 8 ngày/lần	12,3 ^b	4,0
80 kg K ₂ O/ha + tưới 2 ngày/lần	17,5 ^a	4,4
80 kg K ₂ O/ha + tưới 4 ngày/lần	15,1 ^{ab}	4,1
80 kg K ₂ O/ha + tưới 6 ngày/lần	13,4 ^b	4,1
80 kg K ₂ O/ha + tưới 8 ngày/lần	13,1 ^b	4,2
96 kg K ₂ O/ha + tưới 2 ngày/lần	18,0 ^a	4,5
96 kg K ₂ O/ha + tưới 4 ngày/lần	15,7 ^{ab}	4,2
96 kg K ₂ O/ha + tưới 6 ngày/lần	13,8 ^b	4,3
96 kg K ₂ O/ha + tưới 8 ngày/lần	13,8 ^b	4,1
TB	-	4,22
Mức ý nghĩa	*	ns
CV. (%)	13,0	5,75

Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì có khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5% (*), ns: không khác biệt ý nghĩa thống kê

3.5.3. Khối lượng và năng suất trái

Kết quả Bảng 6 cho thấy khối lượng trái bắp khác biệt có ý nghĩa qua phân tích thống kê. Khối lượng trái bắp ở các nghiệm thức sử dụng tần suất tưới 4 ngày/lần cho kết quả tốt ở liều lượng bón phân

K₂O 80 và 96 kg/ha, tương đương với các nghiệm thức bón K₂O kết hợp tưới nước 2 ngày/lần. Như vậy, việc bổ sung thêm K có cải thiện được khối lượng trái bắp. Kali có ảnh hưởng đến khối lượng trái bắp chủ yếu do vai trò sinh lý của K, theo

Kathpalia & Bhatla (2018) K có vai trò quan trọng trong việc vận chuyển các sản phẩm quang hợp về nơi tích lũy. Amanullah et al. (2016) cho rằng bổ sung K giúp cải thiện sự tăng trưởng, năng suất và các thành phần năng suất của bắp trong điều kiện khô hạn. Việc quản lý dinh dưỡng K trong điều kiện thiếu nước ở cây bắp giúp cây tăng khả năng chống chịu với tình trạng thiếu nước tạm thời, hỗ trợ quá trình tăng trưởng của cây thuận lợi cho sự phát triển và hình thành năng suất của cây trồng (Grzebisz et al., 2013).

Bảng 6 cũng cho thấy năng suất bắp ở các nghiệm thức khác biệt có ý nghĩa 1% qua phân tích thống kê. Các nghiệm thức áp dụng tần suất tưới 2 ngày/lần và 4 ngày/lần ở cả 3 liều lượng bón K₂O cho năng suất tốt nhất (ngoại trừ nghiệm thức bón 64 kg K₂O tưới 4 ngày/lần). Lượng K₂O bón có ảnh hưởng đến năng suất trái khi thu hoạch chủ yếu do tác động của K đến quá trình sinh trưởng và thành phần năng suất. Kết quả thí nghiệm cho thấy chỉ số SPAD và độ dẫn khí khổng tăng khi lượng K₂O bón tăng. Zhao et al. (2016) nhận thấy có mối tương quan thuận giữa hàm lượng diệp lục tố trong lá và độ dẫn khí khổng với quang hợp. Kali giúp cải thiện sự sinh trưởng của cây, gia tăng thành phần năng

suất. Theo Kathpalia and Bhatla (2018), K có vai trò quan trọng trong việc vận chuyển các sản phẩm quang hợp về nơi tích lũy. Ngoài K, tần suất tưới cũng có ảnh hưởng đến năng suất cây, năng suất bắp ở tần tưới 6 và 8 ngày/lần giảm từ 22,5 đến 24,9% ở tần suất tưới nước 6 ngày/lần và từ 35,4 đến 39,8% ở tần suất tưới nước 8 ngày/lần so với tần suất tưới 2 ngày/lần. Theo kết quả thí nghiệm thì ẩm độ đất ở 2 tần suất tưới này (37,0 - 38,1% và 28,5 - 30,5%) đều thấp hơn so với yêu cầu ẩm độ đất tối thiểu cho cây bắp sinh trưởng. Theo Phan et al. (2022), nước có vai trò quan trọng đối với cây trồng, cây sinh trưởng kém khi thiếu nước. Giai đoạn bắp nảy mầm tới lúc bắp có 7 - 9 lá cần độ ẩm đất 65 - 70%, giai đoạn bắp có 7 - 9 lá đến lúc bắp trở cờ yêu cầu độ ẩm đất thích hợp 75 - 80% (Nguyen, 2006).

Nhìn chung: Lượng K₂O bón và tần suất tưới có ảnh hưởng đến sinh trưởng và năng suất cây bắp ngọt lai F1 Honey 10. Lượng K₂O bón có ảnh hưởng rõ rệt khi đất đủ ẩm độ cho cây sinh trưởng (tưới 2 ngày/lần, ẩm độ đất 70,4 - 72,7%) hoặc thiếu nhẹ (tưới nước 4 ngày/lần, ẩm độ đất 55,6 - 59,1%) và hầu như không ảnh hưởng khi tưới với tần suất 6 ngày/lần (ẩm độ đất 37,0 - 38,1%) và tưới 8 ngày/lần (ẩm độ đất 28,5 - 30,5%).

Bảng 6. Khối lượng (g) và năng suất trái bắp (tấn/ha) giai đoạn thu hoạch

Nghiem thức	Khối lượng trái (g)	Năng suất trái (tấn/ha)
64 kg K ₂ O/ha + tưới 2 ngày/lần	234 ^{ab}	11,7 ^{ab}
64 kg K ₂ O/ha + tưới 4 ngày/lần	203 ^c	10,1 ^c
64 kg K ₂ O/ha + tưới 6 ngày/lần	182 ^d	9,1 ^d
64 kg K ₂ O/ha + tưới 8 ngày/lần	150 ^e	7,5 ^e
80 kg K ₂ O/ha + tưới 2 ngày/lần	241 ^{ab}	12,0 ^{ab}
80 kg K ₂ O/ha + tưới 4 ngày/lần	223 ^{ab}	11,1 ^b
80 kg K ₂ O/ha + tưới 6 ngày/lần	180 ^d	180 ^d
80 kg K ₂ O/ha + tưới 8 ngày/lần	145 ^e	7,2 ^e
96 kg K ₂ O/ha + tưới 2 ngày/lần	245 ^a	12,3 ^a
96 kg K ₂ O/ha + tưới 4 ngày/lần	227 ^{ab}	11,4 ^{ab}
96 kg K ₂ O/ha + tưới 6 ngày/lần	190 ^{cd}	9,5 ^{cd}
96 kg K ₂ O/ha + tưới 8 ngày/lần	159 ^e	8,0 ^e
Mức ý nghĩa	**	**
CV. (%)	6,70	6,71

Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì có khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 1% (**)

4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

Bắp ngọt lai F1 Honey 10 bón 64 kg K₂O/ha ở tần suất tưới 2 ngày/lần (ẩm độ đất 70,4 - 72,7%) có sinh trưởng và năng suất cao tương đương với bón 80 và 96 kg K₂O/ha. Ở tần suất tưới 4 ngày/lần (ẩm độ đất biến thiên từ 55,6 đến 59,1%) bón 80 và 96 kg K₂O/ha có hiệu quả duy trì sinh trưởng và năng suất cây bắp lai. Tần suất tưới 6 và 8 ngày/lần, bón K₂O ở liều lượng 64, 80 và 96 kg/ha chiều cao cây,

chỉ số diệp lục tố, độ dẫn khí khổng, thành phần năng suất và năng suất bắp đều giảm.

Giống bắp lai F1 Honey 10 được trồng trong điều kiện tưới nước bình thường (2 ngày/lần, ẩm độ đất > 70%) có thể bón 64 kg K₂O/ha để cây bắp sinh trưởng bình thường và đạt năng suất. Nếu áp dụng tần suất tưới 4 ngày/lần (ẩm độ đất biến thiên từ 55,6 đến 59,1%) thì 80 kg K₂O/ha có thể được bón để duy trì sinh trưởng và năng suất bắp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO (REFERENCES)

- Amanullah., Iqbal, A., Irfanullah., & Hidayat, Z. (2016). Potassium management for improving growth and grain yield of maize (*Zea mays* L.) under moisture stress condition. *Scientific Reports*, 6, 34627. <https://doi.org/10.1038/srep34627>.
- Ashley, M. K., Grant, M., & Grabov, A. (2006). Plant responses to potassium deficiencies: A role for potassium transport proteins. *J. Exp. Bot.*, 57, 425–436. <https://doi.org/10.1093/jxb/erj034>
- Doan, H. T. (2014). Impact of Climate Change on Ecosystem and Rural Development in the Mekong Delta. *Journal of Irrigation and Environmental Engineering*, 46, 34-40.
- Edmeades, G. O., Bolaños, J., Elings, A., Ribaut, J. M., Bänziger, M., & Westgate, M. E. (2000). The role & regulation of the anthesis-silking interval in maize. Physiology & modeling kernel set in maize 43-73. *CSSA Special Publication* No. 29. CSSA, Madison, WI. <https://doi.org/10.2135/cssaspecpub29.c4>
- Garg, V. K., Amita, M., Hooda, R. K., & Gupta, R. (2004). Basic dye (methylene blue) removal from simulated wastewater by adsorption using Indian Rosewood sawdust: a timber industry waste. *Elsevier*, 63(3), 243-250. <https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2004.03.005>
- Grzebisz, W., Gransee, A., Szczepaniak, W., & Diatta, J. B. (2013). The effects of potassium fertilization on water-use efficiency in crop plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 176(3), 355 – 374. <https://doi.org/10.1002/jpln.201200287>
- He, Y., Yu, C., Chen, Y., Liu, A., Jin, J., Hong, J., Qi, Y., & Jiang, D. (2014). Rubisco decrease is involved in chloroplast protrusion and Rubisco-containing body formation in soybean (*Glycine max.*) under salt stress. *Plant Physiol. Bioch.* 74, 118–124. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2013.11.008>
- Kathpalia, R., & Bhatla, S. C. (2018). Plant Mineral Nutrition. In Bhatla, S. C., & Lal, M. A (Eds.), *Plant Physiology, Development and Metabolism* (pp 37 - 81). Springer Publishing; https://doi.org/10.1007/978-981-13-2023-1_2
- Marschner, H., & Marschner, P. (2011). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Elsevier, London, UK.
- Martineau, E., Domec, J. C., Bosc, A., Denoroy, P., Fandino, V. A., Lavres, J., & Meille, L. F. (2017). The effects of potassium nutrition on water use in field-grown maize (*Zea mays* L.). *Environ. Exp. Bot.* 134, 62–71. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2016.11.004>
- McFadden, J. R., Smith, D. J. & Wallander, S. (2022). Weather, climate, and technology adoption: an application to drought-tolerant corn in the united states. NBER Working Paper No. 30121 JEL No. Q12, Q15, Q16, Q54. <https://doi.org/10.3386/w30121>
- Mengel, K. (2007). Potassium. In *Handbook of Plant Nutrition*; Barker, A.V., Pilbeam, D.J., Eds.; CRC Press: Boca Raton, FL, USA.
- Nemeskéri, E.; Eszter, K., József, N., & Éva, S. (2015). Responses of apple tree cultivars to drought: carbohydrate composition in the leaves. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39(6). <https://doi.org/10.3906/tar-1409-154>
- Nguyen, H. T., Bui, H. V., Nguyen, V. L. & Nguyen, V. L. (2017). Textbook: *Corn (Zea mays* L.). Agricultural University Publishing House. Hanoi (in Vietnamese).
- Nguyen, H. T. (2006). *Upland crops techniques*. Hanoi Agricultural Publishing House.
- Nguyen, T. X., Le, N. V., Le, P. Q., & Nguyen, N. D. (2000). *Handbook on fertilizer use*. Ho Chi Minh City Agricultural Publishing House (in Vietnamese).
- Nguyen, V. B. (2007). “Apply balanced and reasonable fertilizer to plants. Agriculture Publishing House, Hanoi (in Vietnamese).
- Phan, T. V., Nguyen, H.N., & Trieu, L. T. (2022). *Physiological resistance of plants*. Agricultural Publishing House.
- Römheld, V., & Kirkby, E. A. (2010). Research on potassium in agriculture: Needs and prospects. *Plant Soil*, 335, 155–180.
- Saud, S., Li, X., Chen, Y., Zhang, L., Hussain, S., Sadiq, A., & Chen, Y. (2014). Silicon application increases drought tolerance of Kentucky bluegrass by improving plant water relations and morpho physiological functions. *The Scientific World Journal*, 368694.
- Shahzad, A. N., Fatima, A., Sarwar, N., Bashir, S., Rizwan, M., Qayyum, M. F., Qureshi, M. K., Javaid, M. H., & Ahmad, S. (2017). Foliar Application of Potassium Sulfate Partially Alleviates Preanthesis Drought-induced Kernel Abortion in Maize. *International Journal Of Agriculture & Biology*, 19, 495–501. <https://doi.org/10.17957/IJAB/15.0317>.
- Song, L., Jin ., & He, J. (2019). Effects of severe water stress on maize growth processes in the field. *Sustainability*, 11(18), 5086. <https://doi.org/10.3390/su11185086>.
- Thomas, T. C., & A. C. Thomas (2009). Vital role of potassium in the osmotic mechanism of

- stomata aperture modulation and its link with potassium deficiency. *Plant Signal Behaviour*, 4(3) 240–243.
- United States Department of Agriculture, Soil Conservation Service (USDA/SCS). (1984). *Soil survey laboratory methods and procedures for collecting soil samples*. Soil Survey Investigations Report No. 1. U.S. Government Printing Office, Washington, DC.
- Waraich, E. A., Ahmad R, S., Ashraf, M. Y., & Ehsanullah, L. (2011) Role of mineral nutrition in alleviation of drought stress in plants. *Australian journal of Crop Science*, 5(6),764-777.
- Zhao, D. L., Oosterhuis, D. M. & Bednarz, C. W. (2001) Influences of Potassium Deficiency on Photosynthesis, Chlorophyll Content, and Chloroplast Ultrastructure of Cotton Plants. *Photosynthetica*, 39, 103-199.
- Zhao, X. H., Du, Q., Zhao, Y., Wang, H. J., Li, Y. J., Wang, X. G., & Yu, H. Q. (2016). Effects of different potassium stress on leaf photosynthesis and chlorophyll fluorescence in maize (*Zea Mays* L.) at Seedling Stage. *Agricultural Sciences*, 7, 44-53. <http://dx.doi.org/10.4236/as.2016.71005>.