

## ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ THIẾU HỤT NƯỚC Ở CÁC GIAI ĐOẠN SINH TRƯỞNG ĐẾN QUANG HỢP, NĂNG SUẤT VÀ HIỆU SUẤT SỬ DỤNG NƯỚC CỦA NGÔ NẾP

Effect of Water Deficit Level at Different Growth Stages on Photosynthesis, Yield and Water Use Efficiency of Sticky Maize (*Zea mays* L. *sinensis* Kulesh)

Chu Anh Tiệp<sup>1,2</sup>, Li Fu-sheng<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Học viện Nông nghiệp, Đại học Quảng Tây, Trung Quốc; <sup>2</sup> Khoa Nông học, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội,

Địa chỉ email tác giả liên lạc: catiep@hua.edu.vn

Ngày gửi đăng: 01.11.2011

Ngày chấp nhận: 07.02.2012

### TÓM TẮT

Nghiên cứu tìm hiểu ảnh hưởng đến cường độ quang hợp, năng suất và hiệu suất sử dụng nước của ngô nếp thông qua thí nghiệm chậu vại, trong điều kiện 3 giai đoạn sinh trưởng khác nhau của cây ngô gồm: cây con, vươn cao và nở hoa. Nghiên cứu 4 mức độ đất thiếu hụt nước gồm: thiếu hụt nước trầm trọng (SD, 35%~45% $\theta_f$ ,  $\theta_f$ : sức giữ ẩm tối đa đồng ruộng); thiếu hụt nước trung bình (MD, 45%~55% $\theta_f$ ); thiếu hụt nước nhẹ (LD, 55%~65% $\theta_f$ ) và đối chứng tưới đủ nước (CK, 65%~80% $\theta_f$ ). Kết quả nghiên cứu cho thấy ở các giai đoạn sinh trưởng khác nhau bị thiếu hụt nước đều làm giảm cường độ quang hợp, giảm cường độ thoát hơi nước, tích lũy chất khô và năng suất. So sánh với đối chứng tưới nước đầy đủ, công thức SD ở các giai đoạn đều làm giảm tích lũy chất khô và năng suất hạt khô ở mức sai khác có ý nghĩa; nhưng công thức MD và LD có năng suất hạt khô sai khác không có ý nghĩa, đồng thời đã giảm được tổng lượng nước tiêu thụ từ 10,75%~19,85% so với đối chứng.

Từ khoá: Cây ngô, hiệu suất sử dụng nước, năng suất, thiếu hụt nước, tích lũy chất khô

### SUMMARY

A pot experiment was carried out to study effect of four water deficit levels, viz. serious water deficit (SD, 35% ~ 45%  $\theta_f$ ,  $\theta_f$  field water capacity), medium water deficit (MD, 45% ~ 55%  $\theta_f$ ), mild water deficit (LD, 55% ~ 65%  $\theta_f$ ) and normal irrigation (CK, 65% ~ 80%  $\theta_f$ ) at the seedling – early joining stage, later joining – booting stage and booting – flowering stage of maize crop, on the photosynthetic rate, yield and water use efficiency of sticky maize. The results showed that water deficit decreased photosynthetic rate, transpiration rate, dry matter accumulation and grain yield at all growth stages of corn plant. In comparison with the well-watered control, SD significantly decreased both dry matter accumulation and yield. However, LD and LD did not significantly decrease yield but reduced total water consumptions by 10.75~19.85%.

Keywords: Dry matter accumulation, maize, water deficit, water use efficiency, yield.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Phương pháp điều chỉnh lượng nước tưới thiếu hụt là một biện pháp kỹ thuật tưới nước tiết kiệm đã được các nhà khoa học đưa ra vào những năm cuối thập niên 70 của thế kỷ 20 (Guo & cs., 2004). Nguyên lý cơ bản của phương pháp là căn cứ vào việc cây trồng

trong quá trình sinh trưởng phát triển có một số giai đoạn sinh trưởng độ ẩm đất bị thâm hụt ở một mức độ nhất định, ảnh hưởng đến cường độ quang hợp, và lượng vật chất tích lũy ở một số cơ quan sẽ khác nhau. Từ đó không những có thể tăng năng suất thực thu mà còn lược bớt sự phân bố khối lượng chất hữu cơ tích lũy của một số cơ

quan sinh dưỡng không cần thiết (Pang & cs., 2005). Đã có nhiều tác giả nghiên cứu sự thiếu hụt nước ở các giai đoạn sinh trưởng của cây trồng ảnh hưởng đến sinh trưởng, sinh lý sinh hoá, tích lũy vật chất khô và năng suất (Stone & cs., 2001; Bao & cs., 1991). Recep (2004) nghiên cứu thiếu hụt nước đối với cây ngô đưa ra kết luận: giai đoạn cây con thiếu hụt nước làm giảm diện tích lá và chiều cao cây không lớn, nhưng giai đoạn làm đồng và trở cò ảnh hưởng khá lớn. Bai & cs. (2009) chỉ ra rằng các cây ngô ở các giai đoạn khác nhau thiếu hụt nước đều làm giảm năng suất ngô, giai đoạn trở cò phun râu thiếu hụt nước làm giảm năng suất nghiêm trọng nhất, sau đó đến giai đoạn giai đoạn cây con và giai đoạn nảy mầm. Tuy nhiên, nhiều tác giả cho rằng thiếu hụt nước trong đất ở mức nhất định tại một số giai đoạn sinh trưởng sau đó bổ sung đầy đủ nước cây trồng sẽ phục hồi, đồng thời sinh trưởng mạnh và bù đắp cho giai đoạn thiếu hụt nước (Huang & cs., 2000; Ding & cs., 2006). Biện pháp điều chỉnh lượng nước tưới thiếu hụt đã được nghiên cứu ứng dụng thành công trong tưới nước tiết kiệm, đánh giá khả năng chịu hạn của nhiều loại cây trồng, như cây ăn quả, cây công nghiệp (cây bông) và một số cây lương thực (tiểu mạch, cây ngô). Hiện nay, vẫn chưa có nhiều công trình nghiên cứu áp dụng đối với ngô ngọt và ngô nếp.

Trong những năm gần đây, nhiều nơi trên thế giới cũng như ở Trung Quốc diện tích trồng ngô nếp, ngô ngọt và ngô rau ngày càng tăng, lượng sản phẩm ngô tươi làm thực phẩm ngày càng được thị trường tiêu thụ. Để góp phần tăng cường mở rộng nghiên cứu ứng dụng biện pháp điều chỉnh lượng nước tưới thiếu hụt trong sản xuất ngô nếp, đồng thời nâng cao hiệu suất sử dụng nước tưới, chúng tôi tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của thiếu hụt nước ở một số giai đoạn đến quang hợp,

năng suất và hiệu suất sử dụng nước của ngô nếp.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Địa điểm và vật liệu nghiên cứu

Thí nghiệm được nghiên cứu trong điều kiện nhà kính của Học viện Nông nghiệp, Đại học Quảng Tây, Trung Quốc.

Đất thí nghiệm được lấy từ tầng canh tác của đất trồng cây trồng cạn, phơi khô, đập nhỏ sàng qua sàng có đường kính 5cm, đất thịt trung bình, có thành phần tính chất như sau: pH=4.7; OM 18,2g/kg (phương pháp ô xi hoá); N dễ tiêu 29,9 mg/kg (phương pháp đĩa khuếch tán đạm  $\text{NH}_4$  trong dung dịch NaOH nồng độ 1 mol/l); P dễ tiêu 39,0 mg/kg (phương pháp chiết rút trong dung dịch  $\text{NaHCO}_3$  nồng độ 0.5 mol/l); K dễ tiêu 78,5 mg/kg (phương pháp chiết rút trong dung dịch  $\text{NH}_4\text{OAc}$  nồng độ 1 mol/l); đất có sức giữ ẩm tối đa đồng ruộng tương đương với 29% khối lượng đất khô kiệt. Giống ngô nếp sử dụng là Gui nuo 518, do Viện khoa học kỹ thuật nông nghiệp Quảng Tây chọn tạo ra.

Phân bón: N dùng phân đạm urê ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ), có hàm lượng N nguyên chất là 46%; P dùng  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  với hàm lượng 52% $\text{P}_2\text{O}_5$  và 32% $\text{K}_2\text{O}$ , K dùng KCl với hàm lượng 60% $\text{K}_2\text{O}$ .

### 2.2. Phương pháp bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được tiến hành theo phương thức trồng cây trong chậu nhựa. Chậu có kích thước như sau: cao 25cm, đường kính trong của miệng chậu 33cm, đường kính đáy 24cm, mỗi chậu dùng 14kg đất khô, chậu kín đáy. Mỗi chậu đặt 2 ống nhựa ( $\varnothing=3\text{cm}$ ), trên mỗi ống nhựa có đục 2 hàng lỗ và bọc lưới nhựa xung quanh, dùng để ngăn đất lọt vào ống khi tưới nước, đồng thời tránh phá hoại kết cấu đất trong chậu khi tưới nước.

**Bảng 1. Thiếu hụt nước khác nhau ở các giai đoạn sinh trưởng**

Công thức	Chế độ nước	Giai đoạn cây con	Giai đoạn vươn cao	Giai đoạn nở hoa
ĐC	Cung cấp đầy đủ nước	65~75*	70~80	70~80
T1	Thiếu hụt trầm trọng	35~45	70~80	70~80
T2	Thiếu hụt trung bình	45~55	70~80	70~80
T3	Thiếu hụt nhẹ	55~65	70~80	70~80
T4	Thiếu hụt trầm trọng	65~75	35~45	70~80
T5	Thiếu hụt trung bình	65~75	45~55	70~80
T6	Thiếu hụt nhẹ	65~75	55~65	70~80
T7	Thiếu hụt trầm trọng	65~75	70~80	35~45
T8	Thiếu hụt trung bình	65~75	70~80	45~55
T9	Thiếu hụt nhẹ	65~75	70~80	55~65

\* % độ ẩm tối đa đồng ruộng( $\theta_f$ ).

Thí nghiệm 2 nhân tố, gồm 3 chế độ khống chế nước: thiếu hụt nước trầm trọng (SD, 35%~45% $\theta_f$ ,  $\theta_f$  sức giữ ẩm tối đa đồng ruộng); thiếu hụt nước trung bình (MD, 45%~55% $\theta_f$ ) và thiếu hụt nước nhẹ (LD, 55%~65% $\theta_f$ ) và 3 giai đoạn sinh trưởng: giai đoạn cây con, giai đoạn vươn cao và giai đoạn nở hoa, đồng thời thiết kế một chế độ cung cấp nước đầy đủ suốt quá trình sinh trưởng làm đối chứng (ĐC, 65%~80% $\theta_f$ ). Thí nghiệm tổng cộng có 10 công thức. Mỗi giai đoạn khống chế nước 15 ngày, giai đoạn trước khi khống chế nước duy trì độ ẩm đất 65%~75% $\theta_f$  và sau khi khống chế nước kết thúc đến thu hoạch duy trì độ ẩm đất 70%~80% $\theta_f$ . Mỗi công thức có 4 lần lặp lại, mỗi chậu là 1 lần lặp của công thức, tổng số thí nghiệm có 40 chậu, các chậu được bố trí theo phương pháp ngẫu nhiên hoàn toàn (Bảng 1).

Phương pháp khống chế độ ẩm đất: sử dụng biện pháp “cân trọng lượng chậu”, đồng thời tính toán lượng nước hao hụt (Wei & cs., 2010). Giai đoạn từ gieo hạt - cây được 3 lá thật, 2~3 ngày cân khối lượng một lần. Giai đoạn từ cây con - thu hoạch, 1~2 ngày cân chậu một lần.

Lượng phân bón: tổng lượng phân bón các công thức là như nhau, lượng bón 0.25gN + 0.1gP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+ 0.25g K<sub>2</sub>O/1kg đất. Cách bón: N và K bón lót 56%, bón thúc vào giai đoạn ngô vươn cao là 24%, lượng còn lại 20% bón vào

giai đoạn ngô chuẩn bị trở cò. P bón lót 100%.

### 2.3. Quản lý thí nghiệm

Thí nghiệm gieo hạt ngày 7/9/2010, mỗi chậu gieo 6 hạt, khi cây ngô được 2 lá thật tĩa và chỉ để lại mỗi chậu 1 cây. Bắt đầu tiến hành khống chế nước giai đoạn 1 từ ngày 19/9 đến 4/10 (khống chế 15 ngày), giai đoạn 2 khống chế nước từ ngày 5/10 đến 19/10 (15 ngày) và giai đoạn 3 khống chế từ 20/10 đến 3/11 (15 ngày). Thí nghiệm kết thúc ngày 28/11/2010.

Khi cây ngô trở hoa và phun râu, tiến hành thụ phấn bổ khuyết, mỗi cây tiến hành thụ phấn bổ sung 2 ngày liên tục.

### 2.4. Chỉ tiêu và phương pháp theo dõi

Cường độ quang hợp dưới dạng cường độ trao đổi CO<sub>2</sub> (Pn,  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ ) và cường độ thoát hơi nước (Tr,  $\mu\text{mol H}_2\text{O}/\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ ) được đo bằng máy đo quang hợp dùng máy phân tích LI-6400, Hoa Kỳ. Cách đo, mỗi cây đo 2 lá, khi cây ngô chưa trở cò tiến hành đo 2 lá hoàn chỉnh từ trên xuống, khi cây ngô trở cò đo lá tại vị trí đốt ra bắp ngô và 1 lá ở vị trí liền kề phía trên; đo vào thời điểm sau 10 giờ sáng, trong điều kiện ngày có ánh nắng mặt trời. Lượng nước tiêu hao thông qua lượng nước tưới và khối lượng chậu mỗi lần cân.

Hiệu suất sử dụng nước của lá ngô:  $WUE_L(\mu\text{molCO}_2/\text{H}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}) = P_n/\text{Tr}$ . Diện tích lá gồm tổng diện tích của các lá xanh, diện tích mỗi lá = dài  $\times$  rộng  $\times$  0,75. Chiều cao cây cuối cùng: đo từ mặt đất đến vút bông cờ. Khối lượng bấp tươi, năng suất tươi thông qua số hàng hạt/bấp, số hạt/hàng và khối lượng hạt tươi để tính, khối lượng hạt khô, khối lượng khô phần trên mặt đất, khối lượng rễ khô và tổng khối lượng khô. Tổng lượng nước tiêu hao (lít/cây) = tổng lượng nước tiêu hao từ khi gieo hạt đến khi thu hoạch. Hiệu suất sử dụng nước được tính theo năng suất sinh vật học:  $WUE_t(\text{kg}/\text{m}^3) = \text{tổng khối lượng khô}/\text{tổng lượng nước tiêu hao}$ ; tính theo năng suất hạt khô:  $WUE_s(\text{kg}/\text{m}^3) = \text{năng suất}/\text{tổng lượng nước tiêu hao}$ .

### 2.5. Xử lý số liệu

Số liệu theo dõi được xử lý theo phương pháp phân tích phương sai bằng phần mềm thống kê SPSS, phiên bản 15.0.

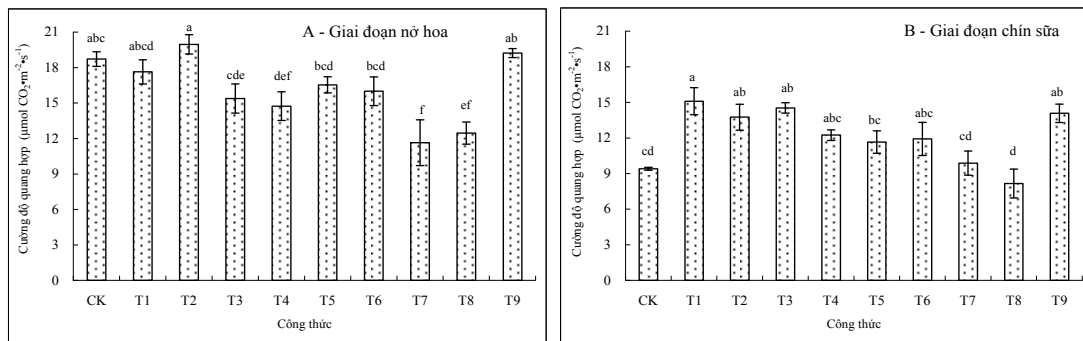
## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Ảnh hưởng của thiếu hụt nước đến quang hợp và thoát hơi nước của ngô

Từ kết quả trình bày trong hình 1A cho thấy, giai đoạn nở hoa các công thức khống chế thiếu hụt nước ảnh hưởng khá lớn đến

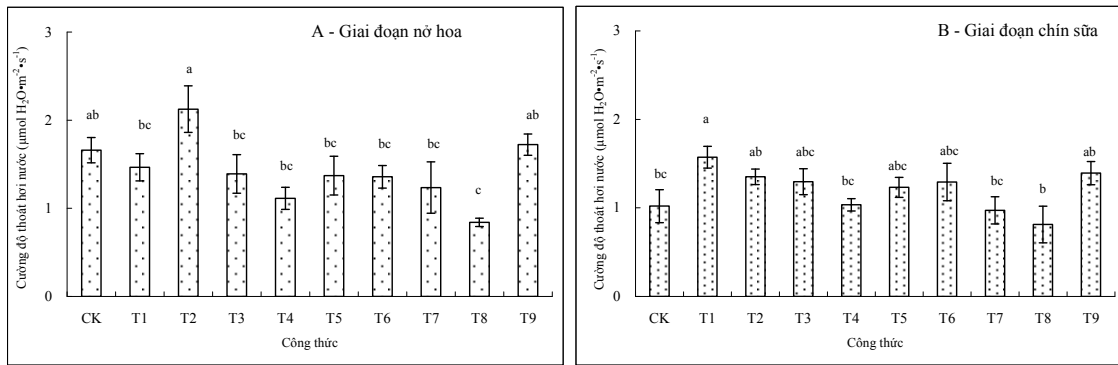
cường độ quang hợp (CĐQH), ngoài công thức tưới nước thiếu hụt trung bình ở giai đoạn cây con (T2) và công thức tưới nước thiếu hụt nhẹ ở giai đoạn nở hoa (T9) có CĐQH cao hơn so với đối chứng tưới nước đầy đủ (ĐC) từ 6,6% và 2,7%, còn lại đều thấp hơn so với đối chứng, tuy nhiên chỉ có công thức T4, T7 và T8 có giá trị thấp hơn ở mức có ý nghĩa.

Hình 1B biểu thị ảnh hưởng của khống chế nước đến CĐQH của ngô ở giai đoạn ngô chín sữa, đây là giai đoạn quan trọng liên quan đến việc tích lũy vật chất vào cơ quan sinh sản, nó ảnh hưởng quan trọng đến năng suất ngô. Kết quả đồ thị cho thấy, hầu hết các công thức sau khi khống chế thiếu hụt nước kết thúc tiến hành bổ sung nước đầy đủ đã giúp cho ngô phục hồi lại. Ngoại trừ công thức tưới nước thiếu hụt trung bình ở giai đoạn nở hoa (T8) có CĐQH thấp hơn ĐC ra, còn lại các công thức đều có giá trị cao hơn ĐC từ 5,0~60,5%. Giai đoạn cây con khống chế nước thiếu hụt ở các mức khác nhau (T1, T2 và T3) và giai đoạn nở hoa khống chế nước ở mức thiếu hụt nhẹ (T9) đều có CĐQH tại giai đoạn chín sữa lớn hơn ĐC ở mức ý nghĩa; giai đoạn vươn cao thiếu hụt nước khác nhau (T4, T5 và T6) CĐQH phục hồi chậm hơn, tuy nhiên so với ĐC vẫn cao hơn từ 23,9~30,1%.



Hình 1. Ảnh hưởng của độ thiếu hụt nước cường tốc độ quang hợp của ngô

Ghi chú: Trong hình, các chữ cái ở phía trên cột giống nhau biểu thị giá trị của cột (công thức) khác nhau không ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy 95%, ngược lại các cột có chữ cái khác nhau là khác nhau có ý nghĩa thống kê ở mức độ tin cậy 95%. Tương tự nội dung ghi chú này đối với các hình tiếp theo.



**Hình 2. Ảnh hưởng của độ thiếu hụt nước đến cường độ thoát hơi nước của ngô**

Từ hình 2A cho thấy, giai đoạn nở hoa ngoài 2 công thức T2 và T9 có cường độ thoát hơi nước cao hơn ĐC với mức tương ứng là 28,7% và 3,8%, các công thức khống chế thiếu hụt nước khác đều có giá trị thấp hơn ĐC. Tuy nhiên, sang giai đoạn chín sữa, sinh trưởng của ngô được phục hồi trở lại, thì cường độ thoát hơi nước tăng lên (hình 2B), qua hình 2B cho thấy, ngoại trừ công thức T7 và T8 có giá trị thấp hơn ĐC, T4 cao hơn không đáng kể, còn lại hầu hết các công thức đều có giá trị cao hơn ĐC từ 20,8%~54,2%.

Năng suất sinh vật học của ngô hình thành chủ yếu từ 4 nhân tố: diện tích lá xanh, thời gian quang hợp, cường độ quang hợp và cường độ thoát hơi nước (Ge & cs., 2005); do đó CĐQH và cường độ bốc thoát hơi nước cao hay thấp ở các giai đoạn sinh trưởng sẽ ảnh hưởng rất lớn đến hình thành các cơ quan sinh dưỡng hoặc cơ quan sinh thực tương ứng, từ đó ảnh hưởng đến năng suất cuối cùng. Thiếu hụt nước sẽ trực tiếp ảnh hưởng đến sự giảm độ mở khí khổng, qua đó giảm lượng nước bốc thoát cũng như thiết diện tiếp nhận năng lượng ánh sáng của lá, đồng thời hạn chế sự phân li của nước cũng như sự trao đổi khí CO<sub>2</sub> từ đó làm suy giảm CĐQH. Nhiều tác giả nghiên cứu trước đều có kết luận rằng khống chế độ ẩm đất thâm hụt đều ảnh hưởng bất lợi đến CĐQH (Ge & cs., 2005; Zhao & cs., 2003). Đồng thời

nhiều tác giả nghiên cứu đã chứng minh rằng, thiếu hụt nước ở một mức độ nhất định trong một khoảng thời gian nhất định làm cho CĐQH suy giảm, nhưng sau khi phục hồi nước đầy đủ CĐQH lại được phục hồi và tăng cao, đôi khi có thể bù lại lượng sản phẩm quang hợp cho giai đoạn trước (Huang & cs., 2000; Ding & cs., 2006). Zhang & cs. (2009) nghiên cứu cho rằng, khi khống chế thâm hụt nước sẽ làm giảm cường độ bốc thoát hơi nước, qua đây góp phần giảm lượng nước tiêu hao, cũng như góp phần nâng cao hiệu suất sử dụng nước của cây trồng.

**3.2. Ảnh hưởng của thiếu hụt nước đến sinh trưởng của ngô**

Chiều cao cây và diện tích lá là 2 chỉ tiêu quan trọng biểu thị sự sinh trưởng của cây ngô. Kết quả cho thấy mức độ thiếu hụt nước khác nhau ở các giai đoạn khác nhau ảnh hưởng đến chiều cao cây ngô cuối cùng và diện tích lá xanh khi nở hoa ở mức độ khác nhau (Bảng 3).

Từ kết quả về chiều cao cây ở hình 3A cho thấy, giai đoạn cây con độ thiếu hụt nước khác nhau ảnh hưởng đến chiều cao cây không nhiều, đồng thời giảm so với ĐC không đáng kể, đôi khi còn làm cho giá trị tăng cao (T2 tăng 2,4%). Đến giai đoạn vườn cao và nở hoa ảnh hưởng của độ thiếu hụt nước rất rõ ràng, độ thiếu hụt nước càng cao ảnh hưởng giảm chiều cao cây càng mạnh

(T4<T5<T6; T7<T8<T9), tuy nhiên ở mức độ thiếu hụt nước nhẹ không làm giảm đáng kể chiều cao so với ĐC (T6 và T9).

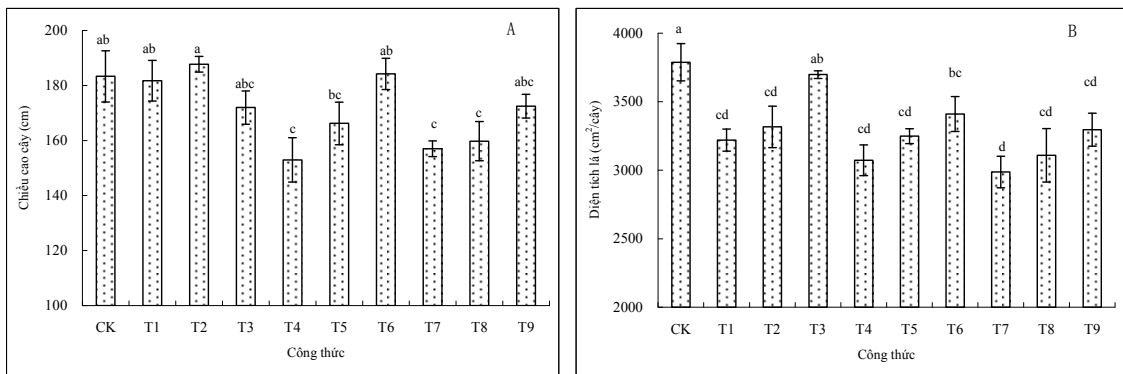
Kết quả diện tích lá của ngô ở hình 3B cho thấy, cả 3 giai đoạn khống chế nước đều ảnh hưởng đáng kể đến tổng diện tích lá xanh tại giai đoạn phun râu, trong đó giai đoạn nở hoa ảnh hưởng cao nhất, sau đó đến giai đoạn vươn cao và cuối cùng là giai đoạn cây con. Mức độ thiếu hụt nước cũng ảnh hưởng đến giảm diện tích lá rất rõ, mức độ thiếu hụt nước trầm trọng làm giảm diện tích lá lớn nhất, sau đó đến thiếu hụt nước trung bình và thiếu hụt nước nhẹ. Tuy nhiên ở giai đoạn cây con thiếu hụt nước nhẹ có giá trị diện tích lá sai khác so với ĐC không có ý nghĩa.

Hầu hết các kết quả nghiên cứu trước đều khẳng định, thiếu hụt nước làm giảm diện tích lá và giảm chiều cao cây, tuy nhiên mức độ ảnh hưởng không giống nhau, giai đoạn cây con ảnh hưởng không lớn, giai đoạn vươn cao đến trở cờ thiếu hụt nước ảnh hưởng giảm chiều cao cây và diện tích lá khá lớn (Bao & cs., 1991; Cakir, 2004; Bai & cs., 2009), kết quả này cũng hoàn toàn giống với kết quả thí nghiệm, nhưng ở giai đoạn vươn cao đến trở cờ nếu chỉ khống chế ở mức thiếu hụt nước nhẹ không làm giảm đáng kể chiều cao cây.

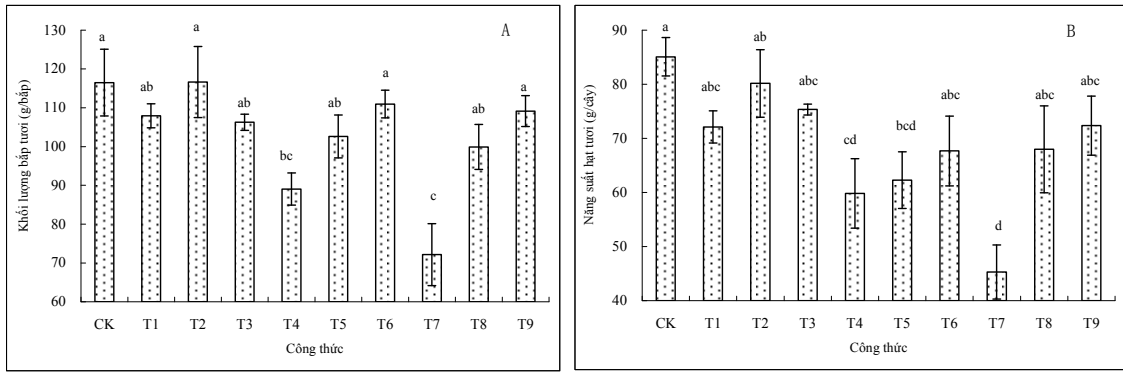
### 3.3. Ảnh hưởng của thiếu hụt nước đến năng suất ngô

Bấp tưới hoặc hạt tươi là một trong những sản phẩm thường dùng trên thị trường để mua bán, trao đổi, đồng thời là một chỉ tiêu đánh giá năng suất thương phẩm của ngô nếp và ngô ngọt. Kết quả hình 4 cho thấy, khống chế độ ẩm thiếu hụt ở các mức độ khác nhau ở các giai đoạn sinh trưởng đều làm giảm khối lượng bắp tươi và năng suất hạt tươi của ngô nếp, tuy nhiên mức độ giảm có khác nhau: ngoài công thức T4 và T7 có khối lượng bắp tươi thấp hơn so với đối chứng ở mức ý nghĩa, còn lại các công thức đều sai khác không đáng kể. Năng suất hạt tươi của ngô nếp cũng bị ảnh hưởng tương tự, ngoài công thức T4, T5 và T7 có năng suất hạt tươi thấp hơn so với đối chứng ở mức ý nghĩa, còn lại các công thức khác đều sai khác không đáng kể.

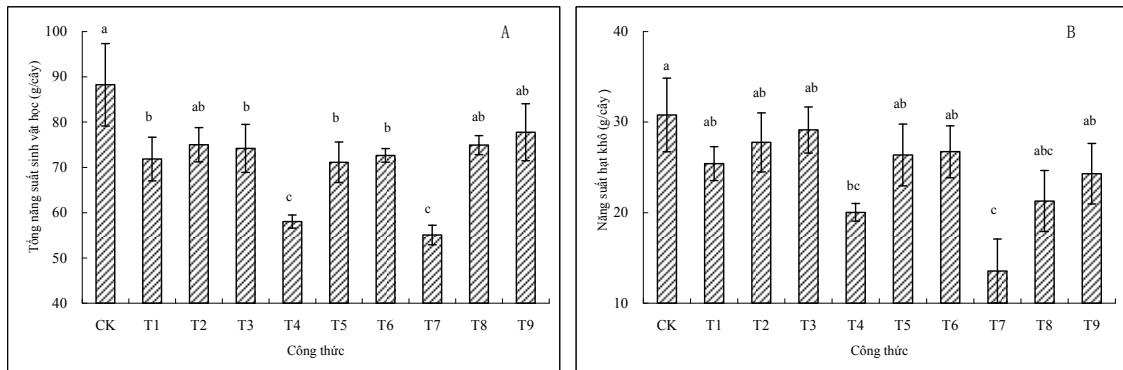
Từ kết quả hình 5A cho thấy thiếu hụt nước ở các mức độ khác nhau ở các giai đoạn đều làm cho tổng năng suất sinh vật học giảm so với ĐC. Tuy nhiên khống chế nước ở mức thiếu hụt trung bình ở giai đoạn cây con (T2) và giai đoạn nở hoa (T8); khống chế nước ở mức thiếu hụt nhẹ ở giai đoạn trở hoa (T9) năng suất sinh vật học so với ĐC sai khác không ý nghĩa.



Hình 3. Ảnh hưởng của độ thiếu hụt nước đến chiều cao cây và diện tích lá của ngô



Hình 4. Ảnh hưởng của độ thiếu hụt nước đến khối lượng bắp tươi và năng suất hạt tươi của ngô



Hình 5. Ảnh hưởng của độ thiếu hụt nước đến năng suất sinh vật học và năng suất hạt khô của ngô

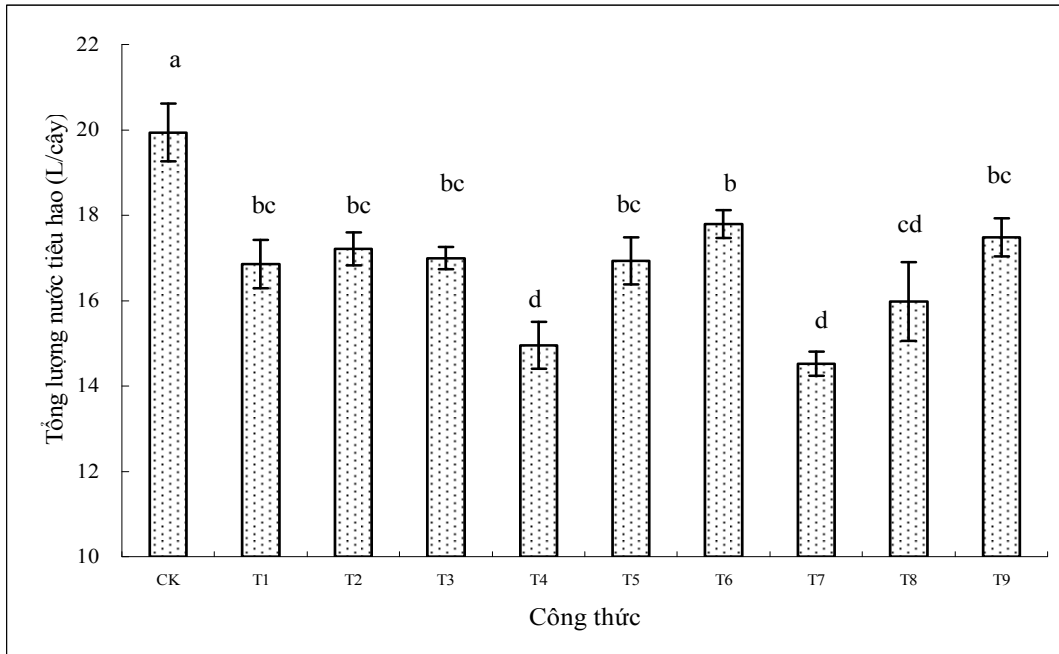
Từ hình 5B cho thấy, biến động của năng suất hạt khô với năng suất hạt tươi tương đồng với nhau, không chế thâm hụt nước càng cao năng suất ảnh hưởng càng lớn. Giai đoạn trở cờ phun râu ảnh hưởng mạnh nhất sau đó đến giai đoạn vươn cao, giai đoạn cây con ảnh hưởng không lớn. Trong số các công thức không chế nước cho thấy, chỉ có 2 công thức T4 và T7 có năng suất hạt khô thấp hơn so với ĐC có ý nghĩa, còn lại các công thức khác sai khác không ý nghĩa.

Kết quả thí nghiệm cho thấy, không chế nước ở các mức độ thâm hụt khác nhau đều ảnh hưởng làm giảm năng suất của ngô nếp, tuy nhiên mức độ giảm có khác nhau, mức độ thiếu hụt càng lớn ảnh hưởng càng mạnh. Không chế thâm hụt ở các giai đoạn vươn cao và trở cờ phun râu làm giảm rõ nhất đến

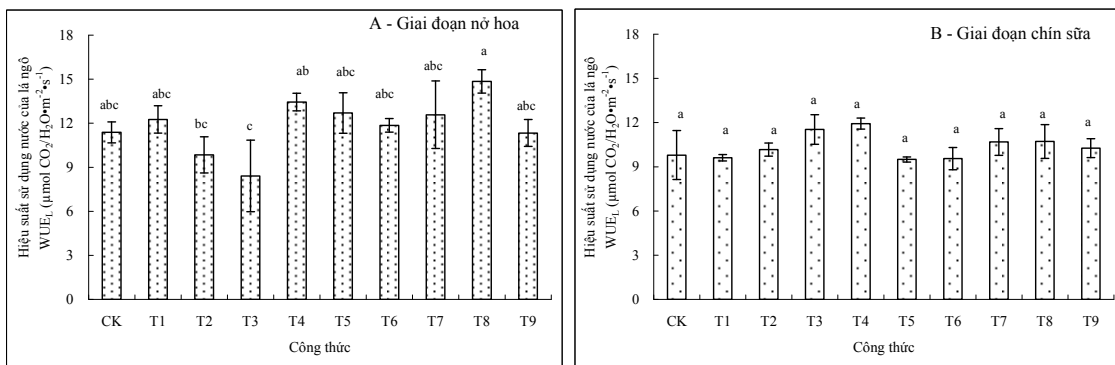
giảm năng suất của ngô nếp. Kết quả này hoàn toàn phù hợp với nhiều kết luận của các tác giả nghiên cứu trước đó đối với ngô (Bai & cs., 2004; Wang & cs., 2000). Thí nghiệm cũng cho thấy không chế thiếu hụt nước ở giai đoạn cây con và không chế thiếu hụt nhẹ ở giai đoạn vươn cao và trở hoa năng suất ngô giảm so với ĐC không đáng kể, kết quả này phù hợp với kết luận của Liu & cs. (2003) và Meng & cs. (2011).

### 3.4. Ảnh hưởng của thiếu hụt nước đến lượng nước tiêu hao và hiệu suất sử dụng nước

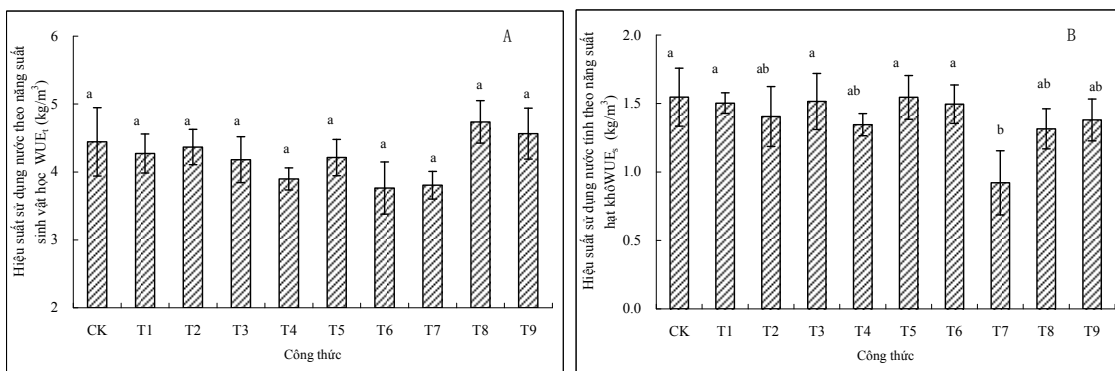
Từ hình 6 cho thấy, không chế thiếu hụt nước ở các giai đoạn sinh trưởng đều làm giảm lượng nước tiêu hao so với ĐC rõ ràng. So với ĐC lượng nước giảm lớn nhất ở công thức T7 (giảm 27,1%) và lượng nước giảm thấp nhất ở công thức T6 (giảm 10,7%).



Hình 6. Ảnh hưởng của độ thiếu hụt nước đến tổng lượng nước tiêu hao của ngô



Hình 7. Ảnh hưởng của độ thiếu hụt nước đến hiệu suất sử dụng nước của lá ngô



Hình 8. Ảnh hưởng của độ thiếu hụt nước đến hiệu suất sử dụng nước của ngô



Hiệu suất sử dụng nước của lá ngô được trình bày trong hình 7, từ hình 7A cho thấy tại giai đoạn nở hoa ngoài công thức T2, T3 và T9 có hiệu suất sử dụng nước của lá ngô thấp hơn so với ĐC tương ứng 13,5%, 26,1% và 0,4%, các công thức khác lại đều có hiệu suất sử dụng nước của cao hơn so với ĐC, tuy nhiên sự sai khác này đều không có ý nghĩa. Tại giai đoạn ngô chín sữa (hình 7B) hầu hết các công thức khống chế thâm hụt nước hiệu suất sử dụng nước của lá đều cao hơn, bằng hoặc thấp hơn so với ĐC một chút, tuy nhiên thì sự sai khác này đều không có ý nghĩa.

Hiệu suất sử dụng nước tính theo năng suất sinh vật học ( $WUE_s$ ) và hiệu suất sử dụng nước tính theo năng suất hạt khô ( $WUE_h$ ) được trình bày trong hình 8, từ hình 8A và 8B cho thấy chỉ có 2 công thức T8 và T9 có  $WUE_s$  cao hơn so với ĐC 2,7% và 6,7% còn lại các công thức khác đều có  $WUE_s$  và  $WUE_h$  thấp hơn so với ĐC, tuy nhiên sự sai khác này đều không có ý nghĩa, điều này cho thấy khi khống chế thâm hụt nước đã làm giảm được đáng kể lượng nước tiêu hao, đồng thời không làm giảm năng suất của ngô quá lớn, khống chế thiếu hụt nước khác nhau ở giai đoạn cây con và thiếu hụt nước nhẹ hoặc trung bình ở giai đoạn vươn cao hoặc nở hoa làm giảm năng suất không đáng kể. Kết quả về hiệu suất sử dụng nước của thí nghiệm phù hợp với các tác giả nghiên cứu trước đó (Wang & cs., 2000; Zhang & cs., 2009).

#### 4. KẾT LUẬN

Thiếu hụt nước ở các giai đoạn sinh trưởng đều có ảnh hưởng đến sự suy giảm cường độ quang hợp, cường độ bốc thoát hơi nước, năng suất sinh vật học và năng suất; trong đó thiếu hụt nước ở giai đoạn nở hoa ảnh hưởng lớn nhất, sau đó đến giai đoạn vươn cao, giai đoạn cây con ảnh hưởng thấp nhất; sau khi tưới nước bổ sung đầy đủ

cường độ quang hợp được phục hồi trở lại, giai đoạn cây con sau khi bổ sung đủ nước khả năng phục hồi là lớn nhất.

Thiếu hụt nước ở các giai đoạn sinh trưởng đều làm giảm rõ ràng tổng lượng nước tiêu hao và không làm giảm hiệu suất sử dụng nước; trong đó giai đoạn cây con khống chế thiếu hụt nước làm giảm tổng lượng nước tiêu hao 13,6%~15,4%, giai đoạn vươn cao giảm 10,8~25,0% và giai đoạn nở hoa 12,3%~27.1% so với đối chứng.

Thiếu hụt nước ở giai đoạn cây con (T1, T2 và T3), thiếu hụt nước nhẹ ở giai đoạn vươn cao (T6) và thiếu hụt nước trung bình và nhẹ ở giai đoạn nở hoa (T8, T9) ảnh hưởng không đáng kể đến khối lượng bắp tươi, năng suất hạt tươi và năng suất hạt khô của ngô nếp.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bai Li-ping, Sui Fang-gong, Sun Zhao-hui, Ge Ti-da (2004). Effects of soil water stress on morphological development and yield of maize. *Acta ecologica sinica*, 24(7), p.1556-1560 (bài viết tiếng Trung với tóm tắt tiếng Anh)
- Bai Xiang-li, Sun Shi-xian, Yang Guo-hang, Liu Ming, Zhang Zhen-ping, Qi Hua (2009). Effect of water stress on maize yield during different growing stages. *Journal of Maize science*, 17(2), p.60-63. (bài viết tiếng Trung với tóm tắt tiếng Anh)
- Bao Ju-song, Yang Cheng-shu, Xue Ji-quan, Hao Yin-chuan (1991), Effect of water stress on maize photosynthesis. *Acta agronomica sinica*, 17(4), p.261-266. (bài viết tiếng Trung với tóm tắt tiếng Anh)
- Ding Duan-feng, Cai Huan-jie, Wang Jian, Zhang Xu-dong (2006). A study on compensative growth of maize under regulated deficit irrigation. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 24(3), p.64-67. (bài viết tiếng Trung với tóm tắt tiếng Anh)
- Ge ti-da, Sui fang-gong, Bai li-ping, Lu yan, Zhou guang-sheng. (2005) Effects of different soil water content on the photosynthetic character and pod fields of summer maize. *Journal of*

- Shanghai jiaotong University (Agricultural science), 23(2), p.143-147. (bài viết tiếng Trung với tóm tắt tiếng Anh)
- Guo Qing-fa, Wang Qing-cheng, Wang Li-ming (2004), China corn cultivation [M]. Shanghai science and technology press. (sách viết bằng tiếng Trung)
- Huang Zhan-pin (2000). Effect of dry and wet change and regular compensation of crops. China eco-agriculture, 8(1), p.30-33. (bài viết tiếng Trung với tóm tắt tiếng Anh)
- Liu Shu-tang, Dong Xian-wang, Sun Zhao-hui, Wei Zhi-gang, Wang Wei-hua (2003). Effect of water stress on growth development and yield of summer corn. Journal of Laiyang Agricultural College, 20(2), p.98-100. (bài viết tiếng Trung với tóm tắt tiếng Anh)
- Meng Pan-shao, Liu Ming, Yu Ji-lin (2011). Effect of water stress on yield and dry matter distribution. Jiangshu Agriculture Technology, 39(3), p.96-98. (bài viết tiếng Trung với tóm tắt tiếng Anh)
- Pang Xiu-ming, Kang Shao-zhong, Wang Mi-xia (2005). Theory and technology research development and prospect of regulated deficit irrigation on crops. Journal of Northwest Sci. Tech. Univ. of Agri. and For, 33(6), p.141-146. (bài viết tiếng Trung với tóm tắt tiếng Anh)
- Recep Cakir (2004) Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. Field Crops Research, 89(1), p.1-16.
- Stone, P.J., Wilson D.R., Reid J.B., (2001) Gillespie R.N.. Water deficit effects on sweet corn. I. water use, radiation use efficiency, growth and yield. Aust [J]. Agric. Res, 52, p.103-113.
- Wang Mi-xia, Kang Shao-zhong, Cai Huan-jie, Xiong Yun-zhang (2000). The effect of regulated deficit irrigation on ecological characteristics and yield of corn. Acta Univ. Agric. Boreali occidentalis, 28(1), p.31-36. (bài viết tiếng Trung với tóm tắt tiếng Anh)
- Wei Cai-hui, Li Fu-sheng, Xu Chun-hui, Nong Meng-ling, Yu Jiang-min, Luo Hui (2010). Effect of regulated deficit irrigation and fertilization on dry matter accumulation and related physiological properties of maize. Agricultural Research in the Arid Areas, 28(4), p.76-84. (bài viết tiếng Trung với tóm tắt tiếng Anh)
- Zhang Zhen-ping, Qi Hua, Zhang Yue, Sun Shixian, Yang Guo-hang (2009). Effects of water stress on photosynthetic rate and water use efficiency of maize. Acta Agriculture Boreali Sinica, 24, p.155-158. (bài viết tiếng Trung với tóm tắt tiếng Anh)
- Zhao Tian-hong, Shen Xiu-ying, Yang De-guang (2002). Effect of water stress on maize kernel yield and ear characteristics during tasselling stage. Liaoning Agricultural Sciences, 6, p.5-7. (bài viết tiếng Trung với tóm tắt tiếng Anh)
- Zhao Tian-zhong, Shen Xiu-ying, Yang De-guang, Ma Xiu-fang (2003). Effects on chlorophyll content and photosynthetic rate of maize leaves under water stress and rewatering. Rain Fed Crops, 23(1), p.33-35. (bài viết tiếng Trung với tóm tắt tiếng Anh).